

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. Juli 2004 (15.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/059812 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02H 7/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DK2003/000873

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Dezember 2003 (15.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 61 452.0 31. Dezember 2002 (31.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): DANFOSS DRIVES A/S [DK/DK]; Ulsnæs 1,  
DK-6300 Graasten (DK).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FAABORG, Andreas

[DK/DK]; Parkgade, 87, DK-6400 Sønderborg (DK).  
THAMS, Allan [DK/DK]; Gammel Aabenraavej 13,  
DK-6400 Sønderborg (DK). SACHMANN, Michael  
[DK/DK]; Langbrogade, 29, DK-6400 Sønderborg (DK).

(74) Gemeinsamer Vertreter: DANFOSS A/S;  
Patentableitung, DK-6430 Gråsten (DK).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AM, AT, AU, BA, BG,  
BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE,  
HR, HU, IL, IN, IS, JP, KR, KZ, LS, LT, LU, LV, MD, MK,  
MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SE, SG, SK, TR, UA, US,  
UZ, VN, YU, ZA.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): eurasisches Patent (AM,  
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent  
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,  
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

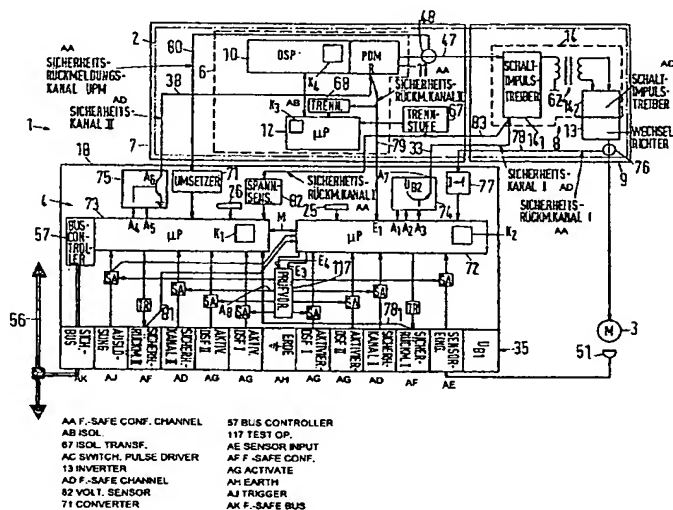
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR CONTROLLER COMPRISING A CONTROL UNIT AND A FAIL-SAFE DEVICE FOR SAFELY TRIPPING  
A MOTOR

(54) Bezeichnung: MOTORSTEUERUNG MIT EINER STEUEREINRICHTUNG UND EINER SICHERHEITSVORRICHTUNG  
ZUM SICHEREN ABSCHALTEN EINES MOTORS



(57) Abstract: The invention relates to a motor controller (1) comprising a control unit (2) and a fail-safe device (4) for safely tripping a motor. The fail-safe device is or can be connected to the control unit and is equipped with a connection for a fail-safe bus. The aim of the invention is to broaden the application range of the motor controller. To achieve this, the fail-safe device comprises additional connections for external fail-safe function units and elements for providing a communication connection between the external fail-safe function units and the fail-safe bus, thus permitting communication in at least one direction.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/059812 A1



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

**(57) Zusammenfassung:** Bei einer Motorsteuerung (1) mit einer Steuereinrichtung (2) und einer Sicherheitsvorrichtung (4) zum sicheren Abschalten eines Motors (3) ist die Sicherheitsvorrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden oder verbindbar und mit einem Anschluß für einen Sicherheitsbus versehen. Um das Anwendungsgebiet der Motorsteuerung zu erweitern, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Sicherheitsvorrichtung weitere Anschlüsse für externe Sicherheitsfunktionseinheiten und Mittel zum kommunikativen Verbinden der externen Sicherheitsfunktionseinheiten mit dem Sicherheitsbus für eine Kommunikation in wenigstens einer Richtung aufweist.

Motorsteuerung mit einer Steuereinrichtung und einer  
Sicherheitsvorrichtung zum sicheren Abschalten eines Motors

Die Erfindung bezieht sich auf eine Motorsteuerung mit einer Steuereinrichtung und einer Sicherheitsvorrichtung zum sicheren Abschalten eines Motors, wobei die Sicherheitsvorrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden oder verbindbar ist und einen Anschluß für einen Sicherheitsbus aufweist.

5

Eine derartige Motorsteuerung ist im Handel erhältlich.

Eine ähnliche Motorsteuerung ist aus der DE 102 06 107 A1 bekannt. Neben dem Sicherheitsbus hat sie nur einen Anschluß für einen die Drehzahl des Motors messenden Sensor, dessen Drehzahlmeßsignal ein Herunterfahren des Motors bewirkt.

10

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Anwendungsgebiet der Motorsteuerung zu erweitern.

15

Erfindungsgemäß ist diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Sicherheitsvorrichtung weitere Anschlüsse für externe Sicherheitsfunktionseinheiten und Mittel zum kommunikativen Verbinden der externen Sicherheitsfunktionseinheiten mit dem Sicherheitsbus für eine Kommunikation in wenigstens einer Richtung aufweist.

20

Auf diese Weise wird die Motorsteuerung zum "intelligenten", dezentralen Verknüpfungspunkt, der auch weniger intelligente Sicherheitsfunktionseinheiten, wie Aktuatoren, Schalter und dergleichen, mit einem Sicherheitsbus verbindet.

25

Die Sicherheitsfunktionseinheiten können dabei als ganz gewöhnliche Sicher-

- 2 -

heitsfunktionseinheiten (d.h. Einheiten, die ansonsten keine eigene Buskommunikationsmöglichkeit haben, aber dennoch sicher und kostengünstig sind) ausgebildet sein, die ein einfaches Spannungssignal an einen der Anschlüsse der Motorsteuerung anlegen. Dieses Signal kann dann gegebenenfalls von den  
5 Mitteln der Sicherheitsvorrichtung an einen Sicherheitsbus-Controller weitergeleitet werden, der das Signal in ein Sicherheits-Telegramm umsetzt. Ein weiterer Vorteil ist, daß die externen Sicherheitsfunktionseinheiten, die über begrenzte "Intelligenz" oder keine verfügen, auch kürzer verdrahtet werden können, weil sie nicht mit einer entfernt angeordneten speicherprogrammierten Steuerung  
10 (SPS) verbunden werden müssen.

Vorzugsweise weist die Sicherheitsvorrichtung eine oder mehrere Sicherheitsfunktionen auf, die vorab programmiert und gespeichert ist bzw. sind und über eine Anschlußleiste der Sicherheitsvorrichtung bzw. durch den Sicherheitsbus  
15 aktivierbar ist bzw. sind. Diese Sicherheitsfunktionen sind mithin schon fabrikseitig vorgesehen. Der Benutzer kann daher beliebig eine oder mehrere dieser Funktionen ausnutzen. Beispielsweise kann nach Anschließen eines Not-Halt-Schalters durch dessen Betätigung die Funktion "Halt" ausgelöst werden, so daß der Motor angehalten wird. Alternativ oder zusätzlich kann ein Tür-Schalter  
20 an einen entsprechenden Anschluß "Drehzahlüberwachung" angeschlossen werden, wonach, wenn eine Bedienungsperson eine Tür für einen Zugang zu einem Sicherheitsbereich, beispielsweise einer Maschine, öffnet, die Motorsteuerung bei Überschreiten eines relativ niedrigen Drehzahlgrenzwerts die Energiezufuhr zum Motor unterbricht.

25 Die Anschlüsse können in einer Anschlußleiste auf einer Karte angebracht sein und die erwähnten Mittel aus einem oder mehreren Mikroprozessoren bestehen, die auf dieser Karte angebracht sind. Es ist zwar prinzipiell möglich, Anschlüsse und Karte zu trennen. Wenn sie jedoch alle auf einer Karte angeordnet  
30 sind, entfällt ein zusätzlicher Verdrahtungsaufwand.

Auch die Steuereinrichtung kann auf wenigstens einer von der Sicherheitsvorrichtung getrennten Karte angebracht sein. Dies ermöglicht das Auswechseln der Karte mit der Steuereinrichtung, falls diese einen Defekt aufweist, ohne die Sicherheitsvorrichtung, die ebenfalls auf einer eigenen Karte angeordnet sein  
5 kann, auswechseln zu müssen, und umgekehrt.

Ferner können Leiterbahnen von den Anschlüssen zu den Mikroprozessoren sowie die elektronischen Schaltanschlüsse der Mikroprozessoren kontinuierlich von einer Prüfvorrichtung auf deren Funktionsfähigkeit überprüfbar sein. Dies  
10 erhöht die Sicherheit der Sicherheitsvorrichtung und die Wirksamkeit eines durch die Sicherheitsvorrichtung erzeugten Abschaltsignals.

Hierbei kann eine Sicherheitsfunktion über einen ersten und einen zweiten Anschluß der Anschlußleiste aktivierbar und der erste Anschluß mit einem ersten Mikroprozessor und der zweite Anschluß mit einem zweiten Mikroprozessor verbunden sein. Auf diese Weise kann durch redundante Aktivierungssignale sichergestellt werden, daß wenigstens eines der Signale die Steuereinrichtung erreicht und eine den Anschlüssen zugeordnete Sicherheitsfunktion aktiviert.  
20

Sodann kann die Anschlußleiste einen Rücksetzanschluß aufweisen. Dadurch kann durch ein Signal "sicherer Halt" über den Sicherheitsbus ein Rücksetzen eines digitalen Signalprozessors in der Steuereinrichtung und eine Unterbrechung der Betriebsspannung eines Schaltimpuls-Treibers in der Steuereinrichtung und/oder eine Unterbrechung der durch den Schaltimpuls-Treiber übertragenen Schaltimpulse bewirkbar sein. Diese Schaltimpulse können eine im Stromkreis des Motors liegende Schaltvorrichtung steuern. Wenn die Schaltvorrichtung keine Impulse mehr erhält, bleibt der Motor stehen. Nach einer Aktivierung der Sicherheitsfunktion muß der digitale Signalprozessor wieder bewußt  
25 aktiviert werden, d.h. nicht automatisch. Dies kann über einen Rücksetzanschluß erfolgen, z.B. durch manuelle Betätigung eines Schalters.  
30

Über die Anschlüsse können ferner Sicherheits-Rückmeldungssignale aus der Motorsteuerung oder über den Sicherheitsbus zu den externen Sicherheitsfunktionseinheiten übertragbar sein. Wenn es sich um Sicherheitsfunktionseinheiten mit einer gewissen "Intelligenz" handelt, ist es von Vorteil, wenn diese ein Sicherheits-Rückmeldungssignal erhalten können.

Vorzugsweise ist wenigstens eine der folgenden externen Sicherheitsfunktionseinheiten vorgesehen: ein Drehzahlsensor zur Begrenzung der Drehzahl des Motors, ein Not-Halt-Geber, wie eine Sicherheits-Lichtschanke oder ein Tür-Schalter, ein Drehmomentsensor zur Begrenzung des Drehmoments des Motors, eine Ventileinheit, ein Aktuator, eine mechanische Bremse auf der Motorwelle oder ein manuell betätigbarer Schalter zum Anhalten des Motors.

Die Erfindung und ihre Weiterbildungen werden nachstehend anhand der beiliegenden Zeichnungen bevorzugter Ausführungsbeispiele und Abwandlungen dieser Ausführungsbeispiele näher beschrieben. In den Zeichnungen stellen dar:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Motorsteuerung für einen elektrischen Motor mit einer erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung,

Fig. 2 eine Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 3 eine weitere Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 4 eine dritte Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,

Fig. 5 eine vierte Abwandlung der Sicherheitsvorrichtung nach Fig. 1,

- 5 -

- Fig. 6 eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung in der erfindungsgemäßen Sicherheitsvorrichtung und ein zugehöriges Impulsdiagramm,
- 5 Fig. 7 eine Abwandlung der Prüfvorrichtung nach Fig. 6 mit einem zugehörigen Impulsdiagramm,
- 10 Fig. 8 ein verallgemeinertes Blockschaltbild der Prüfvorrichtung nach den Fig. 6 und 7 mit zugehörigen Impulsdiagrammen,
- 15 Fig. 9 ein Schaltbild einer abgewandelten erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung für die Funktionsfähigkeit von Ein- und Ausgängen einer der in Fig. 5 dargestellten Sicherheits-Schalt-vorrichtungen mit zugehörigen Impulsdiagrammen,
- 20 Fig. 10 ein Schaltbild einer weiteren Abwandlung einer Vorrichtung zum Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung mit zugehörigen Impulsdiagrammen,
- Fig. 11 ein Schaltbild einer weiteren erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Prüfung der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung mit zugehörigen Impulsdiagrammen und
- 25 Fig. 12 schematisch einen Elektromotor mit einer erfindungsgemäßen Motorsteuerung in Form eines Umrichters.

Die Motorsteuerung 1 nach Fig. 1 enthält eine Sicherheitsvorrichtung 4, die mit einer Steuereinrichtung 2, hier einem Umrichter, verbunden ist und an die eine  
30 benutzerseitige, externe, d.h. außerhalb der Motorsteuerung 1 angeordnete, Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 angeschlossen ist. Die Steuerein-

- 6 -

richtung 2 ist dem Motor 3 zugeordnet und enthält eine Schwachstrom-  
Steuereinheit 6 auf einer Karte 7 (Platine) - weiterhin auch "Steuerkarte" ge-  
nannt - und eine Starkstrom-Steuereinheit 8 (auch "Leistungs-Steuereinheit"  
genannt) auf einer Starkstrom-Steuerkarte 9 (auch "Leistungs-Steuerkarte" ge-  
5     annt).

Die Schwachstrom-Steuereinheit 6 enthält einen digitalen Signalprozessor  
(DSP) 10, der einen Pulsdauermodulator (PDM) 11 aufweist und mit einem Mi-  
kroprozessor ( $\mu$ P) 12 über die als Doppelpfeil dargestellte Verbindung kommu-  
10    niziert.

Die Starkstrom-Steuereinheit 8 enthält einen Wechselrichter 13, der Leistungs-  
Halbleiterschalt-elemente, hier sogenannte IGBTs (IGBT = Insulated Gate Bipolar  
Transistor), in Dreiphasen-Brückenschaltung aufweist. Ferner enthält die  
15    Starkstrom-Steuereinheit 8 einen Schaltimpuls-Treiber 14, der Steueranschlüs-  
sen der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente des Wechselrichters 13 über eine  
der Anzahl der Leistungs-Halbleiterschalt-elemente entsprechende Anzahl von  
Treiberstufen Schalt-impulse zur Steuerung der Leistungs-Halbleiterschalt-  
elemente zuführt. Der Schaltimpuls-Treiber 14 enthält Trenntransformatoren für  
20    eine sichere, potentialfreie Verbindung der Schwachstrom- oder Niederspan-  
nungsseite mit der Starkstrom- oder Hochspannungsseite. Die Schaltimpulse  
werden durch den digitalen Signalprozessor 10 in Verbindung mit dem Mikro-  
prozessor 12 erzeugt und durch den Pulsdauermodulator 11 in ihrer Dauer so  
moduliert, daß der Motor 3 über den Wechselrichter 12 als Betriebsstrom einen  
25    etwa sinusförmigen Dreiphasenstrom erhält, dessen Frequenz dem Sollwert der  
Drehzahl entspricht. Der Mikroprozessor 12 sorgt u.a. ferner dafür, daß ein Ge-  
rät oder eine Anlage, beispielsweise eine Pumpe oder ein Aufzug, entspre-  
chend den Belastungsanforderungen mit der jeweils erforderlichen Drehzahl  
angetrieben wird. Der digitale Signalprozessor 10 steuert u.a. die durch den  
30    Pulsdauermodulator 11 ausgeführte Pulsdauermodulation.



- 7 -

Auf der Karte 9 ist ein weiterer Mikroprozessor 15 angebracht. Neben der Verarbeitung von Meßsignalen von Strömen, Spannungen, Temperaturen und der Steuerung eines Ventilators dient er auch der Prüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheitsvorrichtung 4, genauer gesagt einer in ihr enthaltenen Sicherheits-Schaltvorrichtung. Die Prüfung der Funktionsfähigkeit besteht im wesentlichen darin, festzustellen, ob ein Halt-Signal oder Haltbefehlssignal, bei dessen Zuführung aus der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 letztlich der Motor 3 anhalten soll, ohne unabsichtlich wieder anzulaufen, tatsächlich wirksam war. Falls der Motor 3 nach Abgabe eines Haltbefehlssignals nicht anhält bzw. keine Anhaltaktivitäten in der Motorsteuerung in Gang gesetzt werden, führt der Mikroprozessor 15 dem Mikroprozessor 12 über eine Busverbindung 16 ein Halt-Signal zu, das durch den Mikroprozessor 12 und den digitalen Signalprozessor 10 ausgeführt wird.

Die Sicherheitsvorrichtung 4 enthält auf einer Karte 18, weiterhin auch "Optionskarte" genannt, eine Sicherheits-Schaltvorrichtung 19 mit einem Relais 20, Transistoren 21 und 22 sowie eine Verzögerungseinrichtung aus zwei Verzögerungsgliedern 23 und 24, deren Verzögerungszeit durch Einstellvorrichtungen 25 und 26 einstellbar ist.

Das Relais 20 hat drei Kontakte 27, 28 und 29, die hier im stromlosen Zustand der Spule 30 des Relais dargestellt sind. Der Kontakt 27 ist über Leitungen 31, 32 mit dem Mikroprozessor 15 verbunden. Der Kontakt 29 liegt im Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14. Der Kontakt 28 ist über Anschlüsse 34 einer Anschlußleiste 35 auf der Karte 18 mit einer Prüfspannung über die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5, die z.B. in einem Schaltschrank 17 angeordnet ist, verbunden. Der Transistor 21 liegt in Reihe mit der Spule 30 des Relais 20 an einer Betriebsspannung  $U_{B1}$  von beispielsweise 24 V und ist über Anschlüsse "Relais" und "Erde", die zum Anschließen eines Schalters 36, hier eines Kontakts eines Relais, in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 und "Erde" dienen, sowie über den Schalter 36 mit "Erde" verbun-

- 8 -

den. Ein zur Auslösung eines gewöhnlichen Halt-Signals zum Anhalten des Motors 3 betätigbarer Schalter 40 in der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ist über eine Leitung 41 und einen Anschluß "Rampen-Generator-Eingang" auf der Karte 7 mit einem Rampengenerator im Mikroprozessor 12 verbunden.

5

An weiteren Anschlüssen 42 und 43 der Anschlußleiste 35, die einerseits jeweils mit einem Eingang des Verzögerungsglieds 23 bzw. 24 zu deren Auslösung über eine Leitung 44 bzw. 45 verbunden sind, sind andererseits separate Ausgangsleitungen 46 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 angeschlossen.

10

An einer Verbindung 47 des Pulsdauermodulators 11 mit dem Schaltimpuls-Treiber 14 ist ein Sensor 48 zum Messen der (Folge-)Frequenz der dem Schaltimpuls-Treiber 14 zugeführten Schaltimpulse als Maß für die Drehzahl des Motors 3 angeschlossen. Das Frequenz-Meßsignal wird über eine Leitung 49 einem weiteren Eingang des Mikroprozessor 15 zugeführt.

15

Die Karten 7 und 18 und ihre darauf angebrachten Schaltungsanordnungen sind durch einen Verbinder 50, hier einen Steckverbinder, der Anschlüsse a, b, c ... g aufweist, verbunden, wobei die Verbindungsleitungen 31, 32, 33, 37 zur Vereinfachung der Darstellung außerhalb des Verbinders 50 dargestellt sind. Anstelle eines Steckverbinders 50 kann die Verbindung der Karten 7 und 18 auch mittels eines an seinen Enden mit Steckkontakten versehenen Kabels, insbesondere Flachkabels, zwischen Aufnahmekontakten an den Karten 7 und 18 hergestellt werden. Desgleichen können die Karten 7 und 9 bzw. die auf ihnen angebrachten Schaltungsanordnungen durch einen Verbinder, wie den Verbinder 50, oder ein Steckverbindungskabel verbunden sein. Die auf den Karten 7 und 9 angeordneten Schaltungsanordnungen können aber auch gemeinsam auf einer einzigen Karte (Platine) angeordnet sein, so daß ein Verbinder zum Verbinden der Karten 7 und 9 entfallen kann.

20

25

30

- 9 -

Die gesamte Schaltungsanordnung auf den Karten 7 und 9 ist so ausgebildet, daß sie, wenn die Karte 18 nicht angeschlossen ist, als normale Motorsteuerung, hier als Umrichter, ohne Sicherheitsfunktion wirkt. Ist die Karte 18 dagegen angeschlossen, was vorzugsweise ab Fabrik vorgesehen, aber auch durch eine Nachrüstung möglich ist, so wechselt die Funktion der Motorsteuerung 1 bzw. des Umrichters von einer "gewöhnlichen Funktion" in eine solche mit "Sicherheitsfunktion", im vorliegenden Fall in die Funktion "sicherer Halt". Die Karte 18 wird daher auch als "Optionskarte" bezeichnet, da sie zusätzlich eine Sicherheitsfunktion ermöglicht. Das Vorhandensein der Karte 18 wird durch Messen einer Spannung an einem der Anschlüsse a-g, z.B. an dem Anschluß a, überprüft. Wenn die Karte 18 nicht angeschlossen ist, liegt am Anschluß a eine hohe, andernfalls eine niedrige Spannung an.

Der Mikroprozessor 15 ist dabei so programmiert, daß er ohne Optionskarte 18 nur seine übliche Funktion im Regelkreis, hier Drehzahl-Regelkreis, wahrnimmt und bei angeschlossener Optionskarte 18 auch zur Sicherheitsfunktion beiträgt und funktionsmäßig einen Teil der Sicherheitsvorrichtung 4 bildet.

Die Sicherheitsvorrichtung 4 kann auf weitere Sicherheitsfunktionen ausgelegt sein, z.B. kann sie auf ein "Not-Aus"-, ein Lichtschranken-, Drehzahlgrenzwert-überschreitungs-, Sicherheitsbus- oder ein Signal anderer Sensoren, das das Anhalten des Motors verlangt, ansprechen. Diese Signale können aus der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zuführbar sein. Als Beispiel wird anhand von Fig. 1 nur das Ansprechen auf ein Halt-Signal über den Schalter 40 erläutert, der beispielsweise durch Einschalten eines Relais in der Schaltung 5 geschlossen werden kann, um den Motor 3 anzuhalten.

So kann eine nicht dargestellte Pumpe, die von dem Motor 3 angetrieben wird, ein Überlaufen bewirken, das von einem Sensor gemeldet wird und ein Relais in der Schaltung 5 betätigt, das daraufhin den Schalter 40 schließt, so daß dem Mikroprozessor 12 über den Schalter 40, die Leitung 41 und den Rampen-

- 10 -

Generator-Ein-gangsanschluß ein Signal zugeführt wird, das im Mikroprozessor 12 einen Rampensignalgenerator bzw. eine gleichwirkende programmierte Funktion des Mikroprozessors 12 auslöst, durch den bzw. die ein rasch bis auf Null abnehmendes Drehzahl-Sollwert-Signal, ein "Rampen-Signal", in der Steuerungseinheit 6 bewirkt, daß die Drehzahl des Motors 3 entsprechend rasch abnimmt, bis er stillsteht oder nach dem Verschwinden des Rampen-Signals aufgrund seiner Massenträgheit ausläuft.

Hierbei gibt der Mikroprozessor 12 das Rampen-Signal an den digitalen Signalprozessor 10 weiter, der den Pulsdauermodulator 11 stetig abschaltet, so daß dem Schaltimpuls-Treiber 14 und damit auch den Schaltelementen im Wechselrichter 13 zum Schluß keine weiteren Schaltimpulse zugeführt werden. Gleichzeitig mit dem Schließen des Schalters 40 wird, bei weiterhin geschlossenen Schaltern 36 und 39 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5, über die Leitungen 46, die Anschlüsse "Verzögerungsglied-Auslösung" und die Leitungen 43, 44 den Auslöseeingängen der Verzögerungsglieder 23 und 24 jeweils ein Auslösesignal zugeführt. Im Normalbetrieb halten die Verzögerungsglieder 23 und 24 die Transistoren 21 und 22 durchgesteuert, so daß ein Strom durch die Relaispule 30 fließt und die Kontakte 27, 28 geöffnet sind, dagegen der Kontakt 29 geschlossen ist. Nach Ablauf der Verzögerungszeit sperrt das Verzögerungsglied 23 den Transistor 21, so daß das Relais 20 abfällt, der Kontakt 29 geöffnet und der Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen wird. Gleichzeitig werden die Kontakte 27 und 28 geschlossen. Die Verzögerungszeit des Verzögerungsglieds 23 entspricht etwa der Dauer des Herunterfahrens des Motors 3, einschließlich der Ansprechverzögerungszeit des Relais 20. Das Abschalten bzw. das Unterbrechen des Betriebsstroms des Schaltimpuls-Treibers 14 erfolgt mithin, wenn die Motordrehzahl Null oder nahezu Null ist. Statt alle Treiberstufen abzuschalten, können auch nur diejenigen abgeschaltet werden, die die mit dem positiven oder mit dem negativen Pol der Betriebsspannung des Wechselrichters 13 verbundenen "oberen" oder "unteren" Leistungs-Schaltelemente des Wechselrichters 13 steuern.

- 11 -

Das andere Verzögerungsglied 24 erzeugt nach Ablauf seiner Verzögerungszeit, die gleich der des Verzögerungsglieds 23 ist, ein redundantes Abschaltsignal. Dieses Signal sperrt den Transistor 22, wodurch dem Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal (Spannung Null) zugeführt wird, so daß auch der Betrieb  
5 des digitalen Signalprozessors 10 und des Pulsdauermodulators 11 eingestellt wird und mithin der Schaltimpuls-Treiber 14 auch keine Schaltimpulse mehr erhält. Gleichzeitig mit dem Abschaltsignal meldet das Verzögerungsglied 24 über einen Anschluß "Rückmeldung" der Anschlußleiste 35 an die Sicherheits-  
10 und Überwachungsschaltung 5 zurück, daß es das Abschaltsignal abgegeben hat. In Speicher-einrichtungen der Einstellvorrichtungen 25 und 26 liegen die Verzögerungszeiten abrufbereit.

Zusätzlich zu dem Halt-Signal über den Schalter 40 erhält die Steuereinrichtung  
15 2 zur Erhöhung der Sicherheit mithin noch zwei weitere (redundante) Halt-Signale, um mit hoher Sicherheit zu gewährleisten, daß dem Motor 3 - nach der Abgabe des Halt-Signals über den Schalter 40 - keine Betriebsenergie über die Steuereinrichtung 2 bzw. den Umrichter zugeführt wird und der Motor 3 nicht nur anhält, sondern auch nicht wieder anläuft.

20 Die Kontakte 27 und 28 des Relais 20 dienen zur Rückmeldung und Überprüfung, daß bzw. ob das Verzögerungsglied 23 tatsächlich ein Abschaltsignal abgegeben hat. Nach dem Abfallen des Relais 20 prüft der Mikroprozessor 15 den Schaltzustand des Kontakts 27, indem er versucht, ein Signal über den Kontakt  
25 27 zu leiten. Wenn der Kontakt 27 ein Signal durchläßt, interpretiert der Mikroprozessor 15 dies so, daß der Kontakt 27 geschlossen ist und der Kontakt 29 den Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 tatsächlich unterbrochen hat. Über den mit der Anschlußleiste 35 verbundenen Kontakt 28 des Relais 20 leitet die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 die Prüfspannung.  
30 Wenn die Prüfspannung durchgelassen wird, wird dies von der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 als Rückmeldung bzw. Bestätigung interpretiert, daß

- 12 -

der Kontakt 29 geöffnet, der Steuereinrichtung 2 ein Abschaltsignal zugeführt bzw. der Betriebsstrom des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen und mithin der Motor 3 angehalten wurde.

- 5 Der Mikroprozessor 15 prüft ferner über die Leitung 37, ob die Spannung an der Relaispule 30 durch das Sperren des Transistors 21 angestiegen ist. Wenn dies der Fall ist, und Kontakt 27 auch geschlossen ist, ist alles in Ordnung. Falls der Kontakt 27 nicht geschlossen wurde, liegt ein Fehler in der Sicherheitsvorrichtung 4 vor, und der Mikroprozessor 15 löst ein Alarmsignal aus.

10

- In Anwendungsfällen mit hohen Sicherheitsanforderungen, werden Rückmelde- oder Bestätigungssignale, wie sie über die Kontakte 27 und 28 abgegeben werden, an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 geleitet, die wiederum die Hauptstromversorgung der Motorsteuerung 1 unterbricht, wenn  
15 wider Erwarten kein Rückmeldesignal in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 eintrifft. Um eine verfrühte Unterbrechung der Hauptstromversorgung zu verhindern, ist daher auch in der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ein Verzögerungsglied vorgesehen, das erst nach Ablauf seiner Verzögerungszeit eine Betriebsunterbrechung zuläßt. Anstelle  
20 dieses Verzögerungsglieds kann auch ein Relais mit entsprechend hoher Ansprechverzögerung zum Auslösen der Betriebsunterbrechung in der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 4 vorgesehen sein.

- Die Verzögerungsglieder 23 und 24 können jeweils als integrierte Schaltung  
25 beispielsweise vom Typ 555 ausgebildet sein, die nach Ablauf der Verzögerungszeit einen Transistor sperrt. Die Verzögerungszeit kann ferner fest vorgegeben sein, z.B. in einem Speicherelement. Sie kann aber auch durch umsteckbare Steckverbindungen auf der Karte 18 oder mittels eines Potentiometers durch den Benutzer einstellbar sein. Alternativ kann sie durch die externe  
30 Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 über die Anschlußleiste 35 vorgegeben werden. Ferner ist es möglich, die Verzögerungszeit dynamisch als

- 13 -

Funktion der Drehzahl und/oder der Massenträgheit des Motors 3 selbsttätig einstellbar vorzugeben. Eine Alternative zur Ausbildung mit diskreten Bausteinen besteht darin, die Verzögerungseinrichtung durch eine Software in einem Mikroprozessor zu realisieren.

5

Über die Schalter 36 und 39 in der benutzerseitigen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 kann jeweils unverzüglich ein Halt ausgelöst werden. So kann der Benutzer an die Anschlüsse "Relais" und "Erde" bzw. "Relais" und "U<sub>B3</sub>" (U<sub>B3</sub> = z.B. 5 V) jeweils einen Überwachungsschalter anschließen, z.B. einen Lichtschranken-Schalter, bei dessen Betätigung der Stromkreis der Relaispule 30 - ohne Verzögerung durch das Verzögerungsglied 23 - unterbrochen bzw. die Rückstellung des digitalen Signalprozessors 10 über seinen Rückstelleingang R ohne Verzögerung durch das Verzögerungsglied 24 ausgelöst wird. Die Verzögerungsglieder 23 und 24 werden dadurch übersteuert.

15

Die Motorsteuerung 1 nach Fig. 2 ist gegenüber der in Fig. 1 dargestellten insofern abgewandelt, als eine zusätzliche Sicherheitsfunktion, die Drehzahlüberwachung nach der Norm IEC 61800-5, auf der Optionskarte 18 implementiert ist. Sie dient der Überwachung der Motordrehzahl, um den Betrieb der Steuereinrichtung 2 und damit den Betrieb des Motors 3 möglichst rasch anzuhalten, wenn die Drehzahl einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet. Die Drehzahlüberwachung ist insbesondere bei der Inbetriebnahme größerer Anlagen vorteilhaft, um den Motor 3 zur Durchführung eines Tests der Anlage oder, wenn eine Wartung während des Betriebs durchgeführt werden muß, nur mit beispielsweise 30 % seiner Nennbetriebsdrehzahl betreiben zu können. Durch die Drehzahlüberwachungseinrichtung wird der Betrieb der Steuereinrichtung 2 und damit der des Motors 3 angehalten, sobald die vorgegebene Drehzahlgrenze überschritten wird.

30

Um die Drehzahlüberwachung in "sicherer Technik" zu realisieren, sind drei Drehzahlsignale vorgesehen. Zwei Drehzahlsignale werden durch unmittelbare

Messung der Drehzahl mittels zweier Drehzahlsensoren 51 und 51' an der Motorwelle erzeugt und das dritte aus der Folgefrequenz der pulsdauermodulierten Ausgangsimpulse des Pulsdauermodulators 11 mittels des Drehzahlsensors 48 abgeleitet und dem Mikroprozessor 15 über eine Leitung 49 zugeführt. Die Ableitung des Drehzahlsignals aus der Folgefrequenz der Schaltimpulse ist auf  
5 einfache Weise möglich. Eine Möglichkeit besteht darin, die Spannung an der Verbindung 47 zu messen und mit einem vorgegebenen  $U/f$ -Verhältnis zu vergleichen. Dadurch kann die Frequenz  $f$  ermittelt werden. Dieses Verfahren ist aber nur bei Umrichtern mit  $U/f$ -Steuerung möglich.

10

Auf der Optionskarte 18 ist ein Transistor 52 mit dem Transistor 21 in Reihe geschaltet und ein Drehzahlüberwacher 53 ausgangsseitig mit der Basis des Transistors 52 verbunden oder mit diesem integriert. Eingangsseitig ist der Drehzahlüberwacher 53 über Anschlüsse "Sensor-Eingang" der Anschlußleiste  
15 35 mit dem Drehzahlsensor 51 verbunden. Die Reihenschaltung der Transistoren 21 und 52 bildet ein ODER-Glied. Wenn daher das Verzögerungsglied 23 den Transistor 21 oder der Drehzahlüberwacher 53 den Transistor 52 sperrt, wird der Kontakt 29 des Relais 20 geöffnet und der Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14 unterbrochen.

20

Wie bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist auf der Optionskarte 18 das redundante Verzögerungsglied 24 und zusätzlich ein redundanter Drehzahlüberwacher 54 angeordnet, der einen mit dem Transistor 22 in Reihe liegenden Transistor 55 sperrt, wenn das ihm ebenfalls über Anschlüsse "Sensor-  
25 Eingang" zugeführte Drehzahlsignal des Drehzahlsensors 51' den vorgegebenen Drehzahlgrenzwert überschreitet.

Auch bei diesem Ausführungsbeispiel kann der Benutzer mittels der während des Betriebs geschlossenen Schalter 36 und 39 durch Öffnen des Schalters 36  
30 oder 39 den Betrieb des Umrichters und damit des Motors 3 direkt, unter Über-



steuerung der Verzögerungsglieder 23, 24 und der Drehzahlüberwacher 53, 54, anhalten.

Bei der Abwandlung nach Fig. 3 ist die Sicherheitsvorrichtung 4 des Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 durch eine weitere Sicherheitsfunktion "sicherer Bus" erweitert, wobei das in Fig. 2 dargestellte zweite Verzögerungsglied 24 und der zweite Drehzahlüberwacher 54 mit den Transistoren 22 und 55 zur Vereinfachung der Darstellung in Fig. 3 weggelassen sind.

10 Sicherheitsbusse sind gewöhnliche Kommunikationsbusse, die durch eine Sicherheitsfunktion erweitert sind. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist als Sicherheitsbus 56 der Bus Profisafe® vorgesehen, der die "sichere" Version des sogenannten "Profibusses" ist. "Profibus" ist ein bekanntes Bus-Protokoll für die Kommunikationsbusse zwischen Anlagenelementen, wie Motorsteuerungen  
15 und speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Auch andere Busse, wie CANopen Safety, AS-i Safety at Work, Device-net Safe, Interbus Safety, verfügen über sogenannte "sichere Technik". Der hier dargestellte Sicherheitsbus 56 ermöglicht eine Kommunikation über ein zweiadriges Kabel und ist über einen Anschluß "Sicherheitsbus" der Anschlußleiste 35 mit einem Buscontroller 57  
20 verbunden. Die Redundanz eines Abschaltsignals über den Sicherheitsbus 56 wird durch zwei Mikroprozessoren 58 und 59 sichergestellt. Der Buscontroller 57 überwacht die Kommunikation. Falls irgendwo in einer Fabrikanlage ein Fehler auftritt und der dort oder entfernt installierte Motor 3 angehalten werden muß, wird über den Sicherheitsbus 56 und den Anschluß "Sicherheitsbus" auf  
25 der Optionskarte 18 ein Halt-Signal zum Buscontroller 57 übertragen, und von diesem weiter über den Mikroprozessor 58 und den Mikroprozessor 59 über eine Verbindung 60 zum Mikroprozessor 12 auf der Karte 7, der wiederum dem Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zuführt, so daß die Energiezufuhr zum Motor 3 unterbrochen wird.

-16-

Mit den Transistoren 21 und 52 liegt ein weiterer Transistor 61 in Reihe im Stromkreis der Relaispule 30. Der Mikroprozessor 58 führt dem Transistor 61 ein weiteres (redundantes) Halt-Signal zu, so daß der Transistor 61 gesperrt wird und das Relais 20 abfällt.

5

Somit werden vom Sicherheitsbus 56 aus zwei Halt-Signale erzeugt, die für den sicheren Halt des Motors 3 sorgen.

Der Mikroprozessor 12 kann ferner so programmiert und angeschlossen sein, daß er auch die Funktionssicherheit des Relais 20 und der Signalübertragungswege der Sicherheitsvorrichtung 4 prüft. Der Mikroprozessor 58 kann ferner so programmiert sein, daß er die Signalübertragung über den Sicherheitsbus durch ein CRC-Verfahren (Cyclic Redundancy Check) überprüft.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 ist im Unterschied zu den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 bis 3 auf der Karte 9 kein Mikroprozessor vorgesehen. Vielmehr ist die Funktion des Mikroprozessors 15 in die des Mikroprozessors 12 durch entsprechende Programmierung einbezogen. Es ist daher möglich, im Falle eines Defekts in der Starkstrom-Steuereinheit 8 die Karte 9 mit der Starkstrom-Steuereinheit 8 ohne den Mikroprozessor 15 auszuwechseln.

Ferner hat das Relais 20 nur die beiden Kontakte 28 und 29. Die Kontakte 28 und 29 sind im Normalbetrieb bei stromführender Relaispule 30 geschlossen und verbinden die Betriebsspannung  $U_{B2}$  mit dem Schaltimpuls-Treiber 14, hier dem primärseitigen Schaltimpuls-Treiber 14<sub>1</sub> des in den primärseitigen und einen sekundärseitigen Schaltimpuls-Treiber 14<sub>2</sub> unterteilten Schaltimpuls-Treibers 14. Der primärseitige Schaltimpuls-Treiber 14<sub>1</sub> und der sekundärseitige Schaltimpuls-Treiber 14<sub>2</sub> sind über einen Transformator 62 zur Potentialtrennung induktiv gekoppelt.

- 17 -

Die Sicherungs- und Überwachungsschaltung 5 enthält zusätzlich zu den Schaltern 36 und 40 weitere Schalter 63, 64 und 65. Die Betriebsspannung  $U_{B4}$  liegt an dem einen Anschluß der Schalter 36, 63 und 64. Die anderen Anschlüsse der Schalter 63 und 64 sind über die Anschlüsse "Verzögerungsglied-Auslösung" der Anschlußleiste 35 jeweils mit einem Auslöseeingang der Verzögerungsglieder 23 und 24 verbunden. Der Schalter 65 ist mit seinem anderen Anschluß über den Anschluß "Sicherheitskanal II" mit dem einen Eingang eines INHIBIT-Glieds 66 verbunden. Das Verzögerungsglied 24 ist ausgangseitig mit dem anderen Eingang des INHIBIT-Glieds 66 verbunden. Der Ausgang des INHIBIT-Glieds 66 ist mit dem Rücksetzeingang R des Pulsdauermodulators 11 bzw. des DSP 10 und über eine Trennstufe 68, hier einen hochohmigen Widerstand, mit einem Eingang des Mikroprozessors 12 verbunden. Die Leitung 33 ist ebenfalls über eine Trennstufe 67 mit einem Eingang des Mikroprozessors 12 verbunden. Ein Sensor 69 mißt die Spannung an der Verbindung 47 und führt den Meßwert über eine Leitung 70 einem Umsetzer 71 auf der Karte 18 zu. Der Ausgang des Umsetzers 71 ist über einen Anschluß "Sicherheitsrückmeldung II" der Anschlußleiste 35 mit der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 verbunden. Der Umsetzer 71 setzt die PDM-Signale in ein EIN- oder AUS-Signal um.

Die Wirkungsweise des Ausführungsbeispiels nach Fig. 4 ist weitgehend die gleiche wie die der vorhergehenden Ausführungsbeispiele. Wenn ein Halt-Signal der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zugeführt wird, schließt der Schalter 40, und es wird der Rampengenerator im Mikroprozessor 12 über den Schalter 40 eingeschaltet, so daß der Motor 3 heruntergefahren wird. Gleichzeitig werden die Schalter 63 bis 65 geschlossen. Dadurch werden die Verzögerungsglieder 23 und 24 ausgelöst, und dem INHIBIT-Glied 66 wird ein Signal zugeführt, durch das dem Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zugeführt wird. Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Verzögerungsglieds 23 fällt das Relais 20 ab. Durch das Abfallen des Relais 20 werden die Schalter 28 und 29 geöffnet, so daß die Betriebsspannung  $U_{B2}$  des Schaltimpuls-Treibers 14<sub>1</sub>

- 18 -

abgeschaltet wird und der Mikroprozessor 12 über die Trennstufe 67 ein Signal erhält. Durch dieses Signal wird das Öffnen des Schalters 29 bestätigt. Nach Ablauf der Verzögerungszeit des Verzögerungsglieds 24 gibt dieses über das INHIBIT-Glied 66 ein weiteres Rücksetzsignal an den Rücksetzeingang R ab,  
5 das den digitalen Signalprozessor 10 und den Pulsdauermodulator 11 zurücksetzt.

Über die Trennstufe 68 wird das Rücksetzsignal zusätzlich dem Mikroprozessor 12 zugeführt, der dieses Signal benötigt, um nach einer Abschaltung der Steu-  
10 ereinrichtung 2 bzw. des Umrichters später einen korrekten Start durchzuführen. Nach Erhalt eines Rücksetzsignals speichert der Mikroprozessor 12 relevante Prozeßdaten, die bei Wiederinbetriebnahme verwendet werden. Die Trennstufen 67 und 68 dienen der Trennung der sicheren Signalelektronik von der gewöhnlichen Betriebselektronik. Der Prozessor 12 überwacht den Sicher-  
15 heitskanal II, ob über diesen ein Halt-Signal abgegeben wurde. Ein Elektronikfehler im Mikroprozessor 12 soll nicht bewirken können, daß das Abschaltsignal auf dem Sicherheitskanal II nicht ankommt, was z.B. der Fall sein kann, wenn das Potential am Mikroprozessor 12 unerwünscht auf Erdpotential absinkt. Im einfachsten Fall ist die Trennstufe ein hochohmiger Widerstand.

20 Der Sensor 69 mißt die Spannung an der Verbindung 47 und führt den Meßwert dem Umsetzer 71 auf der Karte 18 zu. Dieser vergleicht den Meßwert mit einem Bezugswert, und wenn der Meßwert unter dem Bezugswert liegt, dann meldet der Umsetzer 71 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 über den  
25 Anschluß "Sicherheits-rückmeldung II", daß tatsächlich ein Rücksetzsignal abgegeben wurde und keine Schaltimpulse mehr auftreten.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 sind die bei den vorherigen Ausführungsbeispielen vorgesehenen Verzögerungsglieder 23 und 24 jeweils durch  
30 Software, d.h. durch entsprechende Programmierung zweier über eine Mehrfachleitung M in Austauschverbindung stehender Mikroprozessoren 72 und 73

realisiert. Die Einstellung ihrer Verzögerungszeiten erfolgt weiterhin mittels der Einstellvorrichtungen 25 und 26. Mit den Mikroprozessoren 72 und 73 sind ferner zwei Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 verbunden, die jeweils nur einen Transistor aufweisen können, wie dargestellt, hier aber mehrere Transistoren und erforderlichenfalls Widerstände aufweisen. Mögliche Ausführungsbeispiele der Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 mit mehreren Transistoren sind in den Fig. 7, 8, 9 und 10 dargestellt, die später beschrieben werden. Die Funktionsfähigkeit dieser Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74 und 75 wird durch den jeweils mit ihnen verbundenen Mikroprozessor 72 bzw. 73 geprüft. Diese Mikroprozessoren 72 und 73 können, soweit es ihre Verzögerungsfunktion betrifft, funktionsmäßig auch als Teil der Sicherheits-Schaltvorrichtungen betrachtet werden. Die Sicherheitsvorrichtung 4 auf der Optionskarte 18 sorgt im wesentlichen für die gesamte Funktionssicherheit, d.h. die der Software und der Hardware. Die übliche Steuereinrichtung 2 ist mit den Sicherungsaufgaben nicht belastet. Um dies zu erreichen, wird die nötige "sichere" Verdrahtung der Steuereinrichtung fabrikseitig ausgeführt. Auf den Karten 7 und 9 werden Kupferbahnen aufgebracht, die Sicherheitssignale für den "sicheren Halt" führen sollen, die aber erst beim Anschluß einer Optionskarte in Betrieb genommen werden.

20

Ein wesentlicher Aspekt bei diesem Ausführungsbeispiel ist der, daß alle wesentlichen, zur Funktion der Sicherheitsvorrichtung 4 gehörenden Bauteile auf der Optionskarte 18 angeordnet sind, insbesondere die Mikroprozessoren 72 und 73. Deren Software (Programm) braucht somit im wesentlichen nur auf die Durchführung der Sicherheitsfunktionen und hier auch auf die Prüfung der Sicherheits-Schaltvorrichtungen 74, 75 abgestimmt zu sein. Die Software des Mikroprozessors 12 und des DSP 10 der Steuereinrichtung 2 braucht daher im wesentlichen nur auf die Steueraufgaben der Steuereinrichtung 2 abgestimmt zu sein. Eine Änderung der Software für den Betrieb der Steuereinrichtung 2 kann mithin im Hinblick auf den jeweiligen Anwendungsfall des Motors 3 durchgeführt werden, ohne die Software der Sicherheitsvorrichtung 4 ändern zu müs-

30

sen, und umgekehrt. Dementsprechend ist die Software für den Betrieb der Steuereinrichtung 2 in einem Speicherteil  $K_3$ ,  $K_4$  des Mikroprozessors 12 und des DSP 10 und die Software für den Betrieb der Sicherheitsvorrichtung 4 in einem Speicherteil  $K_1$ ,  $K_2$  der Mikroprozessoren 72 und 73 gespeichert. Ein weiterer Vorteil der räumlichen Trennung der Programm-Speicherteile  $K_1$ ,  $K_2$  und  $K_3$ ,  $K_4$  besteht darin, daß bei einem Defekt eines Bauteils der Steuereinrichtung 2 oder der Sicherheitsvorrichtung 4 nur die jeweils defekte Karte 7, 9 oder 18 gegen eine neue ausgewechselt zu werden braucht. Denn auch bei diesem Ausführungsbeispiel sind die Karten 7 und 9 sowie 7 und 18 durch Steckverbindungen, wie den Verbinder 50 oder ansteckbare Kabel (Flachkabel) verbunden, die ein einfaches und rasches Auswechseln der betreffenden Karte ermöglichen.

Wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4, sind auch bei der Abwandlung nach Fig. 5 zwei Sicherheitskanäle I und II zur Auslösung eines sicheren Halts und zwei Sicherheitsrückmeldungskanäle I und II zur Rückmeldung (Bestätigung) an die externe, benutzerseitige Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 (die in Fig. 5 zur Vereinfachung der Darstellung weggelassen ist), daß der "sichere Halt" tatsächlich erfolgt ist, vorgesehen.

So wird über den Drehzahlsensor 51, den Anschluß "Sensoreingang" der Anschlußleiste 35 und einen Spannungspegeladapter SA ein Drehzahlsignal dem Mikroprozessor 72 zugeführt, der es mit einem gespeicherten Grenzwert vergleicht und über einen Ausgang A1 der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 ein Abschaltsignal oder Halt-Signal zuführt. Wenn das Drehzahlsignal gleich dem oder größer als der Grenzwert ist, unterbricht die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 die Betriebsspannung  $U_{B2}$  bzw. den Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpulstreibers 14<sub>1</sub>. Zusätzlich wird durch einen Sensor 76 der Ausgangsstrom des Wechselrichters 13 als Maß für die Drehzahl gemessen und das Meßsignal einem Umformer 77 über eine Leitung 78 zugeführt. Dieser formt das Strommeßsignal I in eine diesem proportionale Frequenz  $f$  als Maß für die Drehzahl um

und führt das Drehzahlsignal ebenfalls dem Mikroprozessor 72 zu. Der Mikroprozessor 72 vergleicht das Drehzahlsignal mit dem gespeicherten Grenzwert und unterbricht gegebenenfalls die Betriebsspannung  $U_{B2}$  bzw. den Betriebsstromkreis 33 des Schaltimpuls-Treibers 14<sub>1</sub>, wenn dies noch nicht erfolgt ist.

5 Über einen Trennverstärker TR und den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I" der Anschlußleiste 35 meldet der Mikroprozessor 72 der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5, ob die Unterbrechung der Betriebsspannung erfolgt ist oder nicht. Das zum Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I" zurückgeführte Signal wird ferner über die Leitung 78<sub>1</sub> dem Mikroprozessor 73 zugeführt, der  
10 überprüft, ob das Sicherheitsrückmeldesignal gegeben wurde. Falls dies wider Erwarten nicht gegeben wurde, liegt ein Fehler vor, und der Mikroprozessor 73 meldet einen Fehler.

Über Anschlüsse "Aktivierung DSF I (DSF = designierte Sicherheitsfunktion)  
15 und "Aktivierung DSF II" der Anschlußleiste 35 können seitens der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ebenfalls Abschaltvorgänge in Abhängigkeit von weiteren Überwachungsfunktionen, wie der Überwachung des Drehmoments, der Temperatur oder der Spannung des Motors 3 oder irgendwelcher anderer vorbestimmter oder gewünschter Funktionen aktiviert werden,  
20 die wiederum über den Mikroprozessor 72 oder den Mikroprozessor 73 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 den "sicheren Halt" des Motors bewirken. Über Anschlüsse "Sicherheitskanal I" und "Sicherheitskanal II" können in gleicher Weise über die internen Verzögerungseinrichtungen der Mikroprozessoren 72 und 73 Abschaltbefehlsignale aus der externen Schaltung 5 der jeweiligen  
25 Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 und 75 zugeführt werden.

Wenn dem Mikroprozessor 73 über den Anschluß "DSF II", für den in diesem  
Beispiel eine direkte Abschaltfunktion programmiert ist, sowie über einen Spannungspegel-adapter SA ein Abschaltbefehlssignal oder Halt-Signal zugeführt  
30 wird, betätigt der Mikroprozessor 73 über seinen Ausgang A4 die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75. Daraufhin wird dem digitalen Signalprozessor 10 von der

Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 über die Leitung 38 und den Rücksetzeingang R ein Rücksetzsignal zugeführt und die weitere Erzeugung von Schaltimpulsen durch den Pulsdauermodulator 11 unterbrochen. Mithin wird der Motor 3 angehalten. Das Signal am Rücksetzeingang R wird außerdem über die Leitung 5 79 zu einem Eingang E<sub>1</sub> des Mikroprozessors 72 und über die Trennstufe 68 zum Mikroprozessor 12 zurückgeführt. Wenn nach Abgabe des Abschaltbefehls kein Rücksetzsignal aufgetreten ist, meldet der Mikroprozessor 72 dies unter Umständen über seinen ausgangsseitigen Trennverstärker TR und den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung I" der externen Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 sowie dem Mikroprozessor 73 über die Leitung 78<sub>1</sub> als Zeichen dafür, daß in der Sicherheitsvorrichtung 4 ein Fehler aufgetreten ist bzw. ein Defekt vorliegt. Unter allen Umständen schaltet er ebenfalls über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 den Motor 3 ab. Zusätzlich mißt der Sensor 48 10 am Ausgang des Pulsdauermodulators 11 bzw. auf der Verbindung 47 die Frequenz bzw. Drehzahl des Motors 3 und führt das Meßsignal dem Umsetzer 71 über eine Leitung 80 zu. Wenn das Meßsignal nicht einem Rücksetzsignal entspricht, meldet der Mikroprozessor 73 einen Fehler, der es über seinen ausgangsseitigen Trennverstärker TR zum einen über den Anschluß "Sicherheitsrückmeldung II" an die externe Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 und 20 zum anderen über eine Leitung 81 an den Mikroprozessor 72 weiterleitet. Die Mikroprozessoren 72 und 73 führen mithin wechselseitig die gleichen Prüfungen aus und prüfen sich auch immer gegenseitig.

Ein Spannungssensor 82 mißt ferner die Spannung U<sub>B2</sub> am Betriebsspannungseingang des Schaltimpuls-Treibers 14<sub>1</sub> über eine Leitung 83, nachdem 25 die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 gesperrt wurde. Wenn die Betriebsspannung U<sub>B2</sub> weiterhin vorhanden ist, signalisiert der Spannungssensor 82 dies dem Mikroprozessor 73 als "Fehler". Daraufhin gibt der Mikroprozessor 73 ein Halt-Signal über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 und teilt gleichzeitig dem 30 Mikroprozessor 72 mit, daß jetzt abgeschaltet werden muß.



Die Spannung am Betriebsspannungseingang des Schaltimpuls-Treibers 14<sub>1</sub> wird außerdem dem Mikroprozessor 12 über die Trennstufe 67 zur Überprüfung zugeführt.

- 5 Über einen Anschluß "Auslösung" in der Anschlußleiste 35 ist nach Aktivierung einer designierten Sicherheitsfunktion das Rücksetzen dieser Funktion möglich. Danach arbeitet die Motorsteuerung wieder im Normalbetrieb.

Wie zuvor beschrieben, werden aus den Meßsignalen der Sensoren 76 und 48  
10 Drehzahl-signale abgeleitet und mit einem Grenzwert verglichen. In einer besonderen Ausführung werden diese beiden Drehzahlwerte miteinander verglichen. Hierfür werden zwei der drei PDM-Signale des Pulsdauermodulators 11 einem Tiefpaßfilter zugeführt. Das Filter erzeugt ein Sinus-Signal, das einem Schmitt-Trigger zugeführt wird, der das Sinus-Signal in ein Umpulssignal um-  
15 wandelt. Das Impulssignal, dessen Impulsfolgefrequenz der Drehzahl entspricht, wird dem Mikroprozessor 73 zugeführt. Das für den Vergleich zu benutzende zweite Drehzahl-signal wird aus dem Motorstrom gewonnen. Dabei wird das Meßsignal durch einen Schmitt-Trigger in ein Impulssignal umgewandelt und dem zweiten Mikroprozessor 72 zugeführt. Die Mikroprozessoren verglei-  
20 chen die beiden Drehzahlen, und falls die Differenz außerhalb eines erlaubten Bereiches liegt, wird die Motorsteuerung angehalten. Alternativ kann der Zwischenkreisstrom als Maß für die Drehzahl gemessen werden.

Diese Funktion kann für die Funktion Drehzahlüberwachung benutzt werden. Es  
25 kann somit ein "sicheres" Drehzahl-signal gewonnen werden, so daß ein Drehzahlgeber auf der Motorwelle entfallen kann.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist über den Anschluß "Sicherheitsbus" der Anschlußleiste 35 der Sicherheitsbus 56, hier der Sicherheitsbus  
30 Profisafe<sup>®</sup>, angeschlossen, dessen Informationen wiederum von dem Buscontroller 57 (siehe Fig. 3) daraufhin überprüft werden, ob sie einen Fehler enthal-

ten oder ein Abschaltbefehlssignal darstellen. Gegebenenfalls wird durch den Buscontroller 57 ein Halt des Motors über den Mikroprozessor 73 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 bzw. über den Mikroprozessor 72 und die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 ausgelöst. Über den Bus 56 kann auch die erforderliche Verzögerungszeit an die Mikroprozessoren 72, 73 gesendet werden.

Soweit zum Abschalten eines Relais oder irgendeines anderen Verbrauchers Schaltelemente mit diesem in Reihe geschaltet sind, können sie während des Betriebs nicht abgeschaltet werden, um zu prüfen, ob sie weiterhin funktionsfähig sind. Dies würde einem Halt-Befehl gleichen. Dennoch ist es erforderlich, auch während des Betriebs, z.B. einmal pro Minute, die Funktionsfähigkeit der Schaltelemente in der "sicheren Technik" zu prüfen.

Fig. 6 stellt ein Schaltbild einer Vorrichtung zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung dar, durch die in Abhängigkeit von wenigstens einem Abschaltssignal einer Sicherheits- und/oder Überwachungsvorrichtung, hier der Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 nach den Fig. 1 bis 3, im Gefahrenfall oder sicherheitshalber der Betrieb eines Verbrauchers, hier des Motors 3, abschaltbar ist. Die Prüfvorrichtung wird am Beispiel der in Fig. 3 dargestellten Sicherheits-Schaltvorrichtung beschrieben, die das Relais 20 und die mit diesem in Reihe geschalteten Schaltelemente, hier die Transistoren 21, 52 und 61, aufweist und mit dem Verzögerungsglied 23, dem Drehzahlüberwacher 53, dem Mikroprozessor 15 sowie dem Mikroprozessor 58 verbunden ist. Der mit dem Relais 20 (bzw. dessen Spule 30) verbundene Kollektor des npn-Transistors 61 ist zusätzlich mit der Betriebsspannung  $U_{B1}$  und sein Emitter mit "Erde" verbunden ist.

Die Prüfvorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Impulsgenerator 88 mit einer der Anzahl der Schaltelemente (Transistoren) entsprechenden Anzahl, hier drei, von Ausgängen und Verknüpfungsgliedern 89, 90 und 91. Als Verknüpfungsglieder sind UND- und NOR-Glieder dargestellt. Es können aber auch

nur UND-Glieder sein, je nachdem, ob die Sperrsignale der im Normalbetrieb ständig leitenden Transistoren durch 1-Signale oder 0-Signale auf der Eingangsseite der Verknüpfungsglieder ausgelöst werden sollen. Vorliegend sind es 1-Signale.

5

Der Impulsgenerator 88, der einschließlich der Verknüpfungsglieder im Mikroprozessor 58 ausgebildet sein kann, erzeugt zyklisch nacheinander an seinen Ausgängen 1-Signale als Prüf- oder Schaltimpulse  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$ , die jeweils über eines der Verknüpfungsglieder 89, 90 und 91 in dieser oder einer anderen

10 Reihenfolge den Steueranschlüssen der Transistoren als Sperrimpulse  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$  und  $\bar{P}_3$  zugeführt werden, wie es in Fig. 6(b) dargestellt ist. Die Dauer der Schaltimpulse  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  ist unterschiedlich und kann jeweils beispielsweise 2  $\mu$ s, 4  $\mu$ s und 6  $\mu$ s betragen. Die Dauer ist mithin kürzer als die Ansprechverzögerung des Relais 20, die etwa 20 ms betragen kann. Das Relais fällt daher  
15 bei einer so kurzen Unterbrechung seines Stromkreises nicht ab, so daß seine Kontakte ihren jeweiligen Schaltzustand, "ein" oder "aus" bzw. "geschlossen" oder "geöffnet", beibehalten. Dagegen kann die Spannung  $U_R$  an der Relaispule bei jedem Sperrimpuls  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$  und  $\bar{P}_3$  vollständig, wie in Fig. 6(b) dargestellt, oder nur geringfügig abfallen. Nach Fig. 6(b) nimmt sie bei jedem Sperrimpuls vollständig bis auf Null ab, jedoch nur kurzzeitig entsprechend der Dauer  
20 des jeweiligen Sperrimpulses. Ein Mikroprozessor, hier der Mikroprozessor 15, der entsprechend einem Diskriminator programmiert ist, oder ein entsprechend ausgebildeter Diskriminator, der die Spannung  $U_R$  an der Relaispule ständig daraufhin prüft, ob sie kurzzeitig abfällt oder nicht, erkennt ein kurzzeitiges Abnehmen oder Schwanken der Spannung  $U_R$  als eine fehlerfreie Funktion der  
25 Transistoren an. Wenn jedoch wenigstens einer der Transistoren aufgrund eines Defekts ständig leitend bleibt und auf Sperrimpulse nicht reagiert, verschwindet die Spannung  $U_R$  an der Relaispule nicht bei jedem Sperrimpuls, und der Diskriminator bzw. Mikroprozessor 15 erkennt dies als einen Fehler  
30 eines der Transistoren und signalisiert diesen Fehlerzustand der Sicherheits-

und/oder Überwachungsvorrichtung, hier der Sicherheits- und Überwachungs-  
schaltung 5, und hält die Motorsteuerung an. Da die Dauer der Sperrimpulse  
unterschiedlich lang ist, erkennt der Diskriminator auch, bei welchem der Tran-  
sistoren der Defekt vorliegt, da sich die Spannung  $U_R$  während der Dauer der  
5 Abgabe eines Sperrimpulses an den betreffenden Transistor, z.B. des Sperrim-  
pulses  $\bar{P}_2$  an den Transistor 21, nicht ändern würde, d.h. konstant bliebe. Diese  
Überprüfung ist prinzipiell zur Ermittlung eines durchgebrannten Transistors  
möglich, d.h. eines Transistors, der einen Kurzschluß darstellt. Unabhängig da-  
von, erzeugen der Mikroprozessor 58, das Verzögerungsglied 23 und der Dreh-  
10 zahlüberwacher 53 auch, wie im Falle der Fig. 3, nach einem Halt-Signal re-  
dundante Abschaltsignale, die jeweils einem der NOR-Glieder (als 1-Signale)  
zugeführt werden.

Generell beruht dieses Prinzip der Prüfung der Funktionsfähigkeit eines Schalt-  
15 elements mithin auf der Ausnutzung der Ansprechverzögerung eines Verbrau-  
chers, hier des Relais, mit dem ein rascher ansprechendes Schaltelement in  
Reihe geschaltet ist, das im Normalbetrieb einen ersten Schaltzustand ein-  
nimmt, in dem der Verbraucher eingeschaltet (stromführend) ist, und im Gefah-  
renfall in einen zweiten Schaltzustand umschaltbar ist, in dem der Betrieb des  
20 Verbrauchers abgeschaltet wird, wobei das Schaltelement im Normalbetrieb  
zyklisch während einer Dauer in den zweiten Schaltzustand umschaltbar ist, die  
kürzer als die Ansprechverzögerung des Verbrauchers auf einen Abschaltvor-  
gang ist. Vorteilhaft ist es dabei, wenn wenigstens ein weiteres Schaltelement  
vorgesehen ist, das im Normalbetrieb einen ersten Schaltzustand einnimmt, in  
25 dem der Verbraucher eingeschaltet ist, und im Gefahrenfall in einen zweiten  
Schaltzustand umschaltbar ist, in dem der Betrieb des Verbrauchers abgeschal-  
tet wird, und wenn die Schaltelemente im Normalbetrieb zyklisch nacheinander  
während einer Dauer in den zweiten Schaltzustand umschaltbar sind, die kürzer  
als die Ansprechverzögerung des Verbrauchers auf einen Abschaltvorgang ist.  
30 Wenn dann die Ausschaltdauer der Schaltelemente unterschiedlich ist, läßt sich  
feststellen, welches Schaltelement gegebenenfalls defekt ist. Generell kann der

Verbraucher ein Relais sein, durch das der Betrieb eines zweiten Verbrauchers abschaltbar ist.

Das generelle Prinzip der vorstehend geschilderten Vorrichtung zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Transistoren 21, 52 und 61 oder entsprechender elektro-  
5 nischer Schaltelemente, die mit einem anderen Verbraucher mit Ansprechverzögerung in Reihe geschaltet sind, ist in Fig. 7 dargestellt.

Nach Fig. 7 besteht der Verbraucher aus einem ohmschen Widerstand R und  
10 einem mit diesem in Reihe geschalteten Kondensator, an dem die Betriebsspannung  $U_B$  für einen Sicherheitskanal abgegriffen wird, wobei die Reihenschaltung aus dem Verbraucher und den Transistoren an einer konstanten Gleichspannung von beispielsweise 24 V liegt. Hierbei wird als Prüfspannung der Spannungsabfall  $U_R$  an dem ohmschen Widerstand R abgegriffen.

15 Die Sicherheits-Schaltvorrichtung, bestehend aus den Transistoren, Abschalt-signalgebern (Sicherheitsbus, Drehzahlüberwacher und Verzögerungsglied) sowie die Prüfpulsgeber (Impulsgenerator (IPG) 84 und Verknüpfungsglieder 89-91) sind schematisch in Fig. 7(a) in Form von Funktionseinheiten dargestellt.  
20 Fig. 7(b) stellt den zeitlichen Verlauf der Prüfspannung  $U_R$  am Widerstand R dar.

Fig. 8 stellt das in den Fig. 6 und 7 dargestellte Prinzip weiter verallgemeinert dar. Danach können anstelle der speziellen Abschaltbefehlsgeber, wie Dreh-  
25 zahlüberwacher oder Verzögerungsglieder, auch andere Abschaltbefehlsgeber verwendet werden, die aufgrund anderer Sicherheitsfunktionen, die durch die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 überwacht werden, an den Ausgängen  $A_1$ ,  $A_2$ ,  $A_3$  beispielsweise des Mikroprozessors 72 Abschalt-signale hervorrufen, die einer Sicherheits-Schaltvorrichtung, beispielsweise der Sicher-  
30 heits-Schaltvorrichtung 74, zugeführt werden. Dabei werden zwischen den Abschalt-signalen zur Prüfung der Funktionsfähigkeit der Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$

der Sicherheits-Schaltvorrichtung Prüfschaltimpulse  $\bar{P}_1$ ,  $\bar{P}_2$  und  $\bar{P}_3$  an den Ausgängen  $A_1$ ,  $A_2$  und  $A_3$  in der zeitlichen Reihenfolge und Dauer  $t_1$ ,  $t_2$  und  $t_3$  gemäß den drei unteren Diagrammen in Fig. 8(b) oder in beliebiger Reihenfolge abgegeben und dem jeweiligen Schaltelement  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  zugeführt. Am gemeinsamen Ausgang der Reihenschaltung der Schaltelemente  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$ ,  
5 der den Leitungen 33 und 83 in Fig. 5 entspricht, tritt dann der vom Sensor 82 zu messende, im obersten Diagramm in Fig. 8(b) dargestellte Signalverlauf (Spannungs- oder Stromverlauf) auf, wenn die Funktion aller Schaltelemente  $S_1$  bis  $S_3$  fehlerfrei ist.

10

In Abhängigkeit von diesem Verlauf wird dann "kein Fehler" oder "Fehler", hier durch den Mikroprozessor 73 an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 gemeldet, wie es anhand von Fig. 6 beschrieben wurde.

15 Fig. 9 stellt ein Ausführungsbeispiel der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 gemäß Fig. 5 dar, die während des normalen Betriebs vom Mikroprozessor 73 über dessen Ausgänge  $A_4$  und  $A_5$  auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft wird und zum Abschalten des Motors 3 über beide Ausgänge  $A_4$ ,  $A_5$  gleichzeitig ein Abschaltsignal erhält. Der Mikroprozessor 75 kann daher funktionsmäßig als Teil  
20 der Prüfvorrichtung und als Teil der Sicherheits-Schaltvorrichtung betrachtet werden.

Die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 enthält einen steuerbaren Schaltkreis aus zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 92 und 93 und einem mit  
25 den Widerständen 92, 93 in Reihe geschalteten Transistor 94. Dieser Schaltkreis liegt zwischen dem Ausgang  $A_4$  des Mikroprozessors 73 und "Erde". Ferner enthält die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 einen zweiten steuerbaren Schaltkreis aus zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 95 und 96 sowie einem mit den Widerständen 95, 96 in Reihe geschalteten Transistor 97.  
30 Dieser Schaltkreis liegt zwischen dem Ausgang  $A_5$  und "Erde". Die Verbindung zwischen den Widerständen 92 und 93 und die Verbindung zwischen den Wi-

derständen 95 und 96 bilden die Ausgänge der beiden Schaltkreise. Die Ausgänge sind miteinander verbunden und bilden den Ausgang  $A_6$  der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75. An der Betriebsspannung  $U_{B1}$  liegen ferner zwei weitere Reihenschaltungen, die jeweils zwei ohmsche Widerstände 98 und 99, bzw.  
5 100 und 101, aufweisen, zwischen denen jeweils ein Transistor 102 und 103 liegt. Der Transistor 102 wird über einen ohmschen Widerstand 104 vom Ausgang  $A_4$  und der Transistor 103 über einen ohmschen Widerstand 105 vom Ausgang  $A_5$  angesteuert. Die Transistoren 102 und 103 steuern über einen ohmschen Widerstand 104 bzw. 105 jeweils einen der Transistoren 94 und 97  
10 an. Im Normalbetrieb liegt am Ausgang  $A_6$  eine Spannung mit konstantem Pegel PK.

Während der Prüfphase erzeugt der Mikroprozessor 73 an seinen Ausgängen  $A_4$  und  $A_5$  dreistufige Signale, wie sie in den beiden unteren Diagrammen der  
15 Fig. 9(b) dargestellt sind. Diese Signale sind in Bezug auf eine mittlere Spannung  $U$  gegenphasig und weisen jeweils einen ersten Schaltimpuls  $SP_1$  bzw.  $SP_3$  und einen zweiten Schaltimpuls  $SP_2$  bzw.  $SP_4$  auf, die sich zyklisch wiederholen, solange die Prüfphase andauert. Die Schaltimpulse werden im Mikroprozessor 73 über zwei in Reihe geschaltete, abwechselnd durchgeschaltete  
20 Transistoren erzeugt. Solange keiner der Schaltimpulse  $SP_1$  bis  $SP_4$  auftritt, liegt die Spannung  $U$  an den Ausgängen  $A_4$  und  $A_5$ , so daß beide Transistoren gesperrt sind und auch am Ausgang  $A_6$  eine relativ hohe Spannung liegt. Wenn dagegen der abfallende Impuls  $SP_1$  am Ausgang  $A_4$  auftritt, wird gleichzeitig am Ausgang  $A_5$  der ansteigende Impuls  $SP_3$  erzeugt. Durch den Impuls  $SP_1$  werden  
25 die Transistoren 102 und 94 leitend, während die Transistoren 103 und 97 gleichzeitig durch den Schaltimpuls  $SP_3$  gesperrt werden. Die Spannung am Ausgang  $A_6$  nimmt auf einen kleineren Prüfpegel PP ab, weil die Widerstände 93 und 96 während der Dauer der Schaltimpulse  $SP_1$  und  $SP_3$ , d.h. der Durchschaltdauer des Transistors 94, bei gesperrtem Transistor 97, nicht parallel geschaltet sind. Der Mikroprozessor 72 erkennt dies als "Fehlerfreiheit" der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 an.  
30

Das gleiche gilt bei Abgabe der Schaltimpulse  $SP_2$  und  $SP_4$ , wobei jetzt der Transistor 94 gesperrt und der Transistor 97 leitend ist. Wenn jedoch einer der Transistoren 93 und 94 aufgrund eines Fehlers einen Kurzschluß darstellt, dann  
5 hat das Signal am Ausgang  $A_6$  nicht die Welligkeit gemäß dem obersten Diagramm der Fig. 9(b). Vielmehr wird die Kurvenform geändert, und der Mikroprozessor 72 detektiert diese geänderte Kurvenform und gibt daraufhin ein Signal "Fehler" an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 ab, bzw. ein Halt-Signal über die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74.

10

Falls jedoch die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 in Ordnung ist, und der Motor 3 jedoch aufgrund eines von der Sicherheits- und Überwachungsschaltung an den Mikroprozessor 73 abgegebenen Abschaltbefehlssignals abgeschaltet werden soll, erzeugt der Mikroprozessor 73 an beiden Ausgängen  $A_4$  und  $A_5$   
15 gleichzeitig ein Signal, so daß beide Transistoren 94 und 97 leitend werden und am Ausgang  $A_6$  der Sicherheits-Schaltvorrichtung 75 eine niedrige Spannung PN auftritt, die als Rücksetzsignal dem Rücksetzeingang R zugeführt wird, so daß der Motor 3 abgeschaltet wird.

20 Die Sicherheits-Schaltvorrichtung 75, einschließlich der zu ihrer Prüfung vorgesehenen Mikroprozessoren 73 und 72, kann auch für beliebige andere Verbraucher, die zum Abschalten mit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung versehen sind, aber keine Steuereinrichtung, wie die Steuereinrichtung 2, aufweisen, benutzt werden. Anstelle des Mikroprozessors 73 kann auch eine andere Schaltung,  
25 z.B. ein entsprechender Impulsgenerator mit der gleichen Prüffunktion wie die des Mikroprozessors 73 und anstelle des Mikroprozessors 72 ein Diskriminator oder Komparator zum Unterscheiden der Pegel PK, PP und PN benutzt werden.

30 Fig. 10 stellt ein Ausführungsbeispiel der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 und schematisch des Mikroprozessors 72 dar, die gemeinsam eine Vorrichtung zur



selbsttätigen Prüfung der Funktionsfähigkeit der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 bilden. Sie bilden gleichzeitig einen Teil der Sicherheitsvorrichtung 4 auf der Optionskarte 18.

- 5 Nach Fig. 10 enthält die Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 einen ersten steuerbaren Schaltkreis aus der Reihenschaltung eines ohmschen Widerstands 106 mit einem Transistor 107 und einen zweiten steuerbaren Schaltkreis aus der Reihenschaltung eines ohmschen Widerstands 108 und eines Transistors 109. Die zwischen dem Transistor 107 und dem Transistor 109 liegenden Ausgängen der beiden Schaltkreise sind mit einander verbunden und bilden gemeinsam den Ausgang  $A_7$  der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74. Der Ausgang  $A_7$  ist über die Leitung 33 mit dem Betriebsspannungsanschluß des Schaltimpuls-Treibers 14<sub>1</sub> und über die Leitung 83 mit dem Spannungssensor 82 verbunden. Zwei weitere Reihenschaltungen aus jeweils zwei in Reihe geschalteten ohmschen Widerständen 110 und 111 bzw. 112 und 113 sowie einem Transistor 15 114 bzw. 115 liegen parallel zwischen der Betriebsspannung  $U_{B2}$  und "Erde". Die Verbindung der Widerstände 110 und 111 ist mit dem Steueranschluß des Transistors 107 und die Verbindung der Widerstände 112 und 113 mit dem Steueranschluß des Transistors 109 verbunden.
- 20 Der Mikroprozessor 72 erzeugt bei diesem Ausführungsbeispiel an seinen Ausgängen  $A_1$  und  $A_2$  im Normalbetrieb ein (hohes) Signal EIN, so daß beide Transistoren 109 und 107 leitend sind, und während einer Prüfphase jeweils einen Prüfschaltimpuls  $SP_4$  bzw.  $SP_5$ , der dem Steueranschluß des jeweiligen Transistors 114 bzw. 115 zugeführt wird. Die Prüfschaltimpulse  $SP_4$  und  $SP_5$  sind 25 zeitlich ohne gegenseitige Überlappung versetzt und wiederholen sich während der Prüfphase. Wenn mithin der Prüfschaltimpuls  $SP_4$  am Ausgang  $A_1$  des Mikroprozessors 73 auftritt, werden die im Normalbetrieb bei hoher Ausgangsspannung an den Ausgängen  $A_2$  und  $A_1$  leitenden Transistoren 114 und 107 30 gesperrt, während die Transistoren 109 und 115 leitend bleiben. Die Spannung am Ausgang  $A_7$  nimmt daher nur geringfügig von dem konstanten Pegel PK auf

den Prüfpegel PP ab. Zwischen den beiden Prüfschaltimpulsen nimmt die Spannung am Ausgang A<sub>7</sub> wieder auf PK zu, um beim folgenden Prüfschaltimpuls SP<sub>5</sub> am Ausgang A<sub>2</sub> des Mikroprozessors 73 wieder etwas abzunehmen. Die Spannung am Ausgang A<sub>7</sub> schwankt daher während der Prüfphase nur geringfügig. Die geringe Schwankung der Ausgangsspannung wird von dem angeschlossenen Spannungssensor 82 an den Mikroprozessor 73 weitergeleitet, der die Schwankung als fehlerfreien Zustand der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 interpretiert. Falls die Schwankung nicht auftritt bzw. die Kurvenform von der Kurvenform in der Prüfphase abweicht, wird das als Fehler der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 erkannt. Wenn dagegen der Verbraucher, hier der Motor 3, im Normalbetrieb abgeschaltet werden soll, erzeugt der Mikroprozessor 72 an beiden Ausgängen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> gleichzeitig ein niedriges Signal "AUS". Dadurch werden die Transistoren 107 und 109 gleichzeitig gesperrt, so daß dem Treiber 14<sub>1</sub> die Betriebsspannung weggenommen wird und der Motor 3 anhält.

Wenn die Spannung am Ausgang A<sub>7</sub> während einer Prüfphase im Normalbetrieb dagegen nur mit geringer Amplitude schwankt, bleibt der Schaltimpuls-Treiber 14<sub>1</sub> und mithin der Motor 3 weiter in Betrieb.

Die Widerstände 106 und 108 sind vorzugsweise selbsttätig in Abhängigkeit von der Belastung einstellbar, d.h. sie können durch kleinere Schaltungsanordnungen ersetzt werden, die den jeweiligen Widerstand in Abhängigkeit vom Belastungsstrom, beispielsweise des Schaltimpuls-Treibers 14, auf den jeweils günstigsten Wert einstellen. Dies hat den Vorteil, daß die Widerstände 106 und 108 bei der Auslegung der Sicherheits-Schaltvorrichtung 74 nicht für jeden Anwendungsfall unterschiedlich dimensioniert werden müssen.

Fig. 11 stellt prinzipiell eine Schaltungsanordnung einer Prüfeinheit 116 in einer Vorrichtung 117 (Fig. 5) zum selbsttätigen Prüfen der Funktionsfähigkeit einer Sicherheits-Schaltvorrichtung dar. Im vorliegenden Fall werden die Eingangsanschlüsse der Mikroprozessoren 72 und 73 auf ihre Funktionsfähigkeit geprüft, wobei die Mikroprozessoren 72 und 73 verallgemeinert als die oder als Teil ei-

- 33 -

ner Sicherheits-Schaltvorrichtung betrachtet werden können. Auch die Prüfeinheit 116 selbst wird getestet.

Der Grund für diese Prüfung ist im wesentlichen folgender: Den Eingangsanschlüssen der Mikroprozessoren 72 und 73 werden in der Ausführung nach Fig. 5 über die Anschlüsse der Anschlußleiste 35 auf der Optionskarte 18 Abschalt-signale zugeführt. Dabei sollte sichergestellt sein, daß diese Abschalt-signale tatsächlich vom betreffenden Mikroprozessor 72 bzw. 73 aufgenommen und verarbeitet werden. Es sollten sogenannte "schlafende Fehler" festgestellt werden. Ein derartiger Fehler kann z.B. dadurch verursacht werden, daß ein Eingangsanschluß der Mikroprozessoren über längere Zeit, z.B. mehrere Jahre, mit demselben Signal, z.B. eine konstante Gleichspannung von 24 V, belastet wird, ohne daß benutzerseitig ein Halt-Signal oder Abschalt-signal ausgelöst wird. Im ungünstigsten Fall wird der Fehler erst festgestellt, wenn eine "sichere Funktion" aktiviert werden soll. Dies wäre nicht tolerierbar, denn es könnte noch ein weiterer Fehler auftreten, der verhindert, daß die Sicherheitsvorrichtung 4 funktioniert.

Um einen solchen Fall zu vermeiden, werden die Eingangsanschlüsse der Mikroprozessoren 72 und 73 selbsttätig intern angesteuert, ohne die Anschlüsse der Anschlußleiste 35 zu beeinflussen.

Für jeden Eingangsanschluß der Mikroprozessoren 72 und 73 ist eine Prüfeinheit wie die in Fig. 11 dargestellte Prüfeinheit 116 vorgesehen, und jede Prüfeinheit kann individuell angesteuert werden.

Es werden auch die Ausgangsanschlüsse der Mikroprozessoren getestet. Dies geschieht dadurch, daß der eine Mikroprozessor ein kurzes Signal abgibt, das von dem anderen Mikroprozessor kontrolliert wird.

Die Prüfeinheit 116 nach Fig. 11 ist über einen Spannungspegeladapter SA, der einen ohmschen Spannungsteiler enthält, mit einem Anschluß der Anschluß-  
leiste 35 (Fig. 5) verbunden. Die Verbindung ist zur Vereinfachung der Darstel-  
lung in Fig. 5 weggelassen. Die Prüf-einheit 116 hat zwei weitere Eingänge E<sub>3</sub>,  
5 E<sub>4</sub>, denen zeitlich versetzte Prüfschaltimpulse SP<sub>6</sub>, SP<sub>7</sub> von einem Impulsge-  
nerator im Mikroprozessor 72 zugeführt werden. Der Impulsgenerator ist durch  
entsprechende Programmierung des Mikroprozessors 72 realisiert. Die Prüfein-  
heit 116 hat ferner einen Ausgang A<sub>8</sub>, der mit einem Eingangsanschluß des  
Mikroprozessors 73 bzw. der Sicherheits-Schaltvorrichtung über einen Span-  
nungspegeladapter SA verbunden ist.  
10

Die Schaltungsanordnung der Prüfeinheit 116 gemäß Fig. 11(a) enthält eine  
erste Reihenschaltung aus einem ersten Transistor 118, einem gleichsinnig mit  
dem ersten Transistor 118 gepolten zweiten Transistor 119 und zwei gleichsin-  
15 nig mit den Transistoren 118, 119 gepolten Dioden 120, 121 zwischen den  
Transistoren 118, 119. Ferner enthält sie eine zweite Reihenschaltung aus zwei  
ohmschen Widerständen 122, 123, deren Verbindung mit dem Steueranschluß  
des ersten Transistors 118 verbunden ist, und einen dritten Transistor 124. Der  
Steueranschluß des zweiten Transistors 119 bildet den Eingang E<sub>4</sub>, der Steuer-  
20 anschluß des dritten Transistors 124 den Eingang E<sub>3</sub> und die Verbindung der  
Dioden 120, 121 den Ausgang A<sub>8</sub>.

Die Prüfschaltimpulse SP<sub>6</sub> und SP<sub>7</sub> wiederholen sich zyklisch in vorbestimmten  
Zeitpunkten und festen Abständen, wobei die Prüfschaltimpulse SP<sub>7</sub> zwischen  
25 den Prüfschaltimpulsen SP<sub>6</sub>, und umgekehrt, auftreten. Bei jedem Erhalt eines  
Prüfschaltimpulses SP<sub>6</sub> vom Mikroprozessor 72 am Eingang E<sub>3</sub> tritt am Aus-  
gang A<sub>8</sub> der Prüfeinheit 116 ein hoher Ausgangsimpuls SP<sub>8</sub> und bei jedem Er-  
halt eines Prüfschaltimpulses SP<sub>7</sub> am Eingang E<sub>4</sub> vom Mikroprozessor 72 ein  
niedriger Ausgangsimpuls SP<sub>9</sub> auf. Die Ausgangsimpulse SP<sub>8</sub> und SP<sub>9</sub> werden  
30 vom Mikroprozessor 73 über die Mehrfachleitung M zum Mikroprozessor 72  
weitergeleitet. Der Mikroprozessor 72 prüft dann, ob er bei bzw. zur Zeit der

Abgabe eines Prüfschaltimpulses  $SP_6$  einen hohen Ausgangsimpuls  $SP_8$  der Prüfeinheit 116 und bei bzw. zur Zeit der Abgabe eines Prüfschaltimpulses  $SP_7$  einen niedrigen Ausgangsimpuls  $SP_9$  der Prüfeinheit 116 erhält. Wenn der Mikroprozessor 72 bei Abgabe eines Prüfschaltimpulses  $SP_6$  oder  $SP_7$  keinen entsprechenden Ausgangsimpuls  $SP_8$  bzw.  $SP_9$  erhält, erzeugt er ein Signal "Fehler", das an die Sicherheits- und Überwachungsschaltung 5 zurückgemeldet wird, oder gibt ein Halt-Signal an die Steuereinrichtung ab. Dagegen erzeugt er ein Signal "kein Fehler", wenn er bei jeder Abgabe eines Prüfschaltimpulses  $SP_6$  und  $SP_7$  einen entsprechenden Ausgangsimpuls  $SP_8$  und  $SP_9$  von der Prüfeinheit 116 erhält.

Die Anwendung der hohen und niedrigen Ausgangsimpulse  $SP_8$  und  $SP_9$  der Prüfeinheit 116, die dem Mikroprozessor 72 zugeführt werden, ist deshalb erforderlich, weil nicht von vornherein bekannt ist, ob der Benutzer im Normalbetrieb ein hohes oder niedriges Abschaltsignal verwendet. Die Prüfung stellt sicher, daß der Mikroprozessor sowohl niedrige als auch hohe Abschaltsignale verarbeiten kann. Dadurch ist ausgeschlossen, daß Kurzschlüsse oder Unterbrechungen in den Eingangsanschlüssen nicht festgestellt werden.

Der Mikroprozessor 72 kann auch seine eigenen Eingangsanschlüsse über entsprechend mit seinen Eingangsanschlüssen verbundene Prüfeinheiten, wie der Prüfeinheit 116, auf Funktionsfähigkeit prüfen, obwohl dies in Fig. 5 nicht dargestellt ist.

Die Prüfung sollte so oft wie nötig durchgeführt werden, aber nur verhältnismäßig kurz und selten im Vergleich mit der Anwendung einer Abschaltfunktion, da das Abschaltsignal des Benutzers während der Prüfung nicht festgestellt werden kann. Während der Prüfung wird zwar der Eingangswiderstand, gesehen vom Benutzer, verringert, von beispielsweise 4 kOhm auf 2 kOhm. Doch erscheint dies akzeptabel, weil benutzerseitig häufig ein Relais benutzt wird.

Fig. 12 stellt den Aufbau des Elektromotors 3 dar, der als dreiphasiger Drehstrommotor ausgebildet ist und in bekannter Weise mit der Steuereinrichtung 2 versehen ist, die hier als Umrichter ausgebildet ist und die Schwachstrom-Steuereinheit 6 sowie die Starkstrom-Steuereinheit 8 mit dem Wechselrichter 13 in einem Gehäuse 125 des Motors 3 aufweist. Das Gehäuse 125 besteht aus drei Gehäuseteilen 126, 127 und 128. Im Gehäuseteil 126 sind der Ständer mit der Ständerwicklung 129 und der Läufer 130 angeordnet. Die Welle 131 des Läufers 130 ist in Lagern 132 und 133 gelagert und treibt einen Ventilator 134 im Gehäuseteil 128 an. Das Gehäuseteil 127 ist am Gehäuseteil 126 befestigt und von außen nach Lösen einer Abdeckung 135 zugänglich. Innerhalb des Motors, d.h. seines Gehäuseteils 127, sind die Steuereinrichtung 2 und die mit der Steuereinrichtung 2 durch einen nicht dargestellten Verbinder (Steckverbinder oder Flachkabel mit Steckverbinderteilen) verbundene Sicherheitsvorrichtung 4 angeordnet. Die Sicherheitsvorrichtung 4 ist auf einer eigenen Karte 18 aufgebracht, während die Schwach- und Starkstrom-Steuereinheiten 4 und 6 entweder auf getrennten Karten 17 und 8 oder gemeinsam auf einer Karte (Platine) aufgebracht sind. Die Sicherheitsvorrichtung 4 kann aber auch zusammen mit der Steuereinrichtung 2 auf einer einzigen Karte angeordnet sein. Im Motor 3, d.h. in seiner aus den Gehäuseteilen 126 und 128 bestehenden Gehäuseeinheit ist der Sensor 51 zum Messen der Drehzahl angeordnet. Mit den Sensoren 136 und 137 sind weitere mögliche Anbringungsorte des Sensors dargestellt. Unter Umständen können mehrere Sensoren benutzt werden.

Der Sensor 51 hat nur eine Aufgabe, nämlich zu einer "sicheren Funktion" beizutragen. Er ist daher mit der Sicherheitsvorrichtung 4 innerhalb des Motors 3 (seines Gehäuses 125) verbunden. Wenn zusätzlich die Drehzahl des Motors 3 geregelt werden soll, kann ein zusätzlicher Drehzahlgeber vorgesehen sein, der üblicherweise jedoch außerhalb des Motors auf der Welle 131 angebracht wird.

- 37 -

Der Sensor 51 kann ein herkömmlicher oder speziell für Sicherheitszwecke ausgelegter Sensor sein, hier zum Messen der Drehzahl, um sie mit einem Grenzwert zu vergleichen.

- 5 Die Verbindungsleitungen zwischen der Sicherheitsvorrichtung 4 und dem innerhalb des Motors angeordneten Sensor 51 sind alle innerhalb des Motors verlegt, soweit es sich um einen "Sicherheits-Sensor" handelt. Der Benutzer braucht sich daher nicht um die Verdrahtung zu kümmern.

Patentansprüche

1. Motorsteuerung (1) mit einer Steuereinrichtung (2) und einer Sicherheits-  
5 vorrichtung (4) zum sicheren Abschalten eines Motors (3), wobei die Si-  
cherheitsvorrichtung (4) mit der Steuereinrichtung verbunden oder ver-  
bindbar ist und einen Anschluß für einen Sicherheitsbus (56) aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherheitsvorrichtung (4) weitere  
10 Anschlüsse für externe Sicherheitsfunktionseinheiten und Mittel (57, 72,  
M, 73) zum kommunikativen Verbinden der externen Sicherheitsfunkt-  
ionseinheiten mit dem Sicherheitsbus (56) für eine Kommunikation in we-  
nigstens einer Richtung aufweist.
2. Motorsteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Si-  
15 cherheitsvorrichtung (4) eine oder mehrere Sicherheitsfunktionen (DSF1,  
DSF2) aufweist, die vorab programmiert und gespeichert ist bzw. sind  
(K1, K2) und über eine Anschlußleiste (35) der Sicherheitsvorrichtung (4)  
bzw. durch den Sicherheitsbus (56) aktivierbar ist bzw. sind.
- 20 3. Motorsteuerung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß  
die Anschlüsse in einer Anschlußleiste (35) auf einer Karte (18) ange-  
bracht sind und die erwähnten Mittel aus einem oder mehreren Mikropro-  
zessoren (57, 72, M, 73) bestehen, die auf dieser Karte angebracht sind.
- 25 4. Motorsteuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Steuereinrichtung (2) auf wenigstens einer von der Sicherheitsvorrich-  
tung (4) getrennten Karte (7) angebracht ist.
5. Motorsteuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß Leiter-  
30 bahnen von den Anschlüssen zu den Mikroprozessoren sowie die elek-



tronischen Schaltanschlüsse der Mikroprozessoren kontinuierlich von einer Prüfvorrichtung (117) auf deren Funktionsfähigkeit überprüfbar sind.

- 5 6. Motorsteuerung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sicherheitsfunktion (DSF1) über einen ersten und einen zweiten Anschluß der Anschlußleiste (35) aktivierbar ist, und daß der erste Anschluß mit einem ersten Mikroprozessor (73) und der zweite Anschluß mit einem zweiten Mikroprozessor (72) verbunden ist.
- 10 7. Motorsteuerung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußleiste einen Rücksetzanschluß aufweist.
- 15 8. Motorsteuerung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß durch ein Signal "sicherer Halt" über den Sicherheitsbus ein Rücksetzen eines digitalen Signalprozessors (10, 11) in der Steuereinrichtung (2) und eine Unterbrechung der Betriebsspannung eines Schaltimpuls-Treibers (14<sub>1</sub>) in der Steuereinrichtung und/oder eine Unterbrechung der durch den Schaltimpuls-Treiber übertragenen Schaltimpulse bewirkbar ist.
- 20 9. Motorsteuerung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß über die Anschlüsse (35) Sicherheits-Rückmeldungssignale aus der Motorsteuerung oder über den Sicherheitsbus zu den externen Sicherheitsfunktionseinheiten übertragbar sind.
- 25 10. Motorsteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der folgenden externen Sicherheitsfunktionseinheiten vorgesehen ist: ein Drehzahlsensor (51) zur Begrenzung der Drehzahl des Motors, ein Not-Halt-Geber, wie eine Sicherheits-Lichtschranke oder ein Tür-Schalter, ein Drehmomentsensor zur Begrenzung des Drehmoments des Motors (3), eine Ventileinheit, ein Aktuator,
- 30

- 40 -

eine mechanische Bremse auf der Motorwelle oder ein manuell betätigbarer Schalter zum Anhalten des Motors (3).

Fig.1

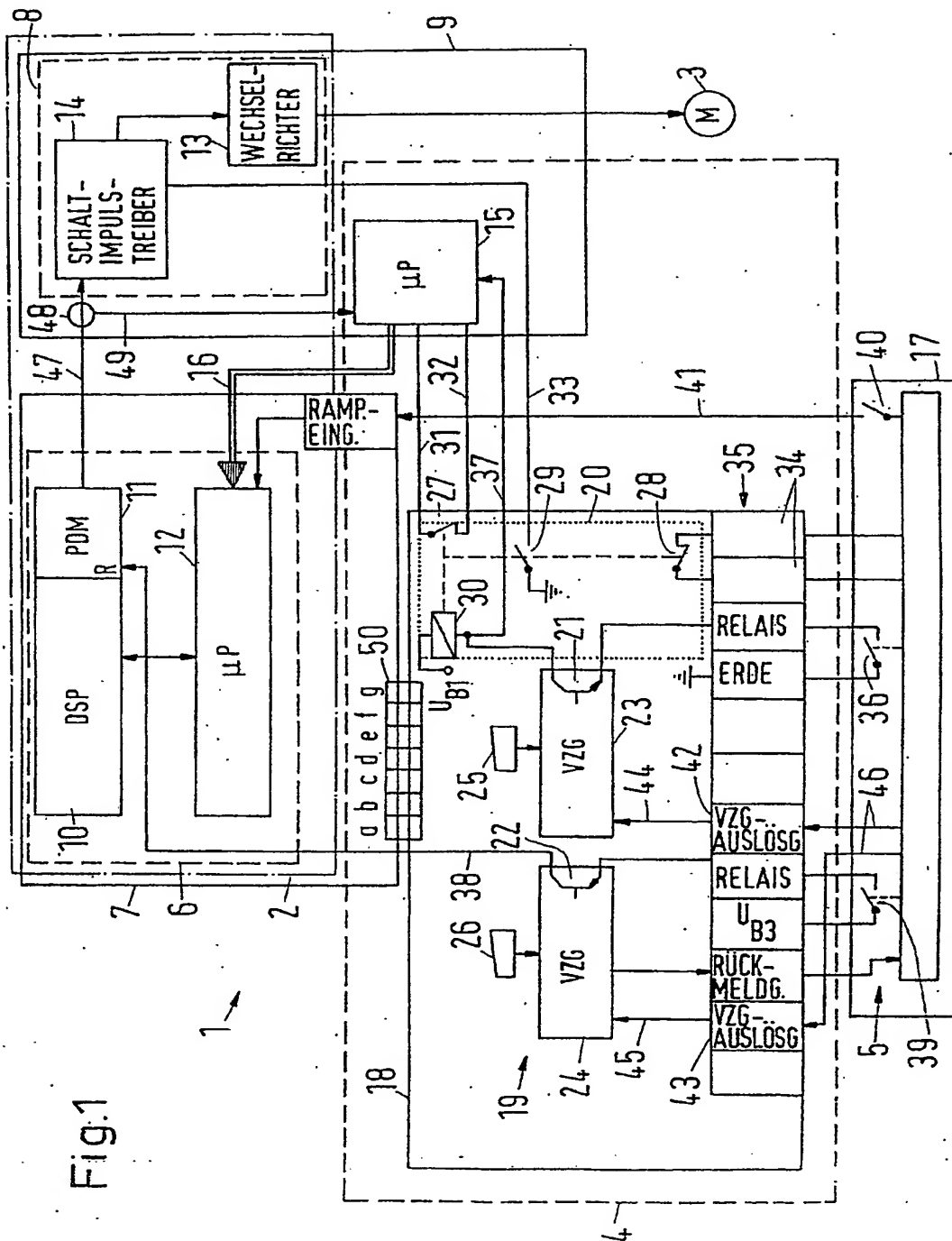
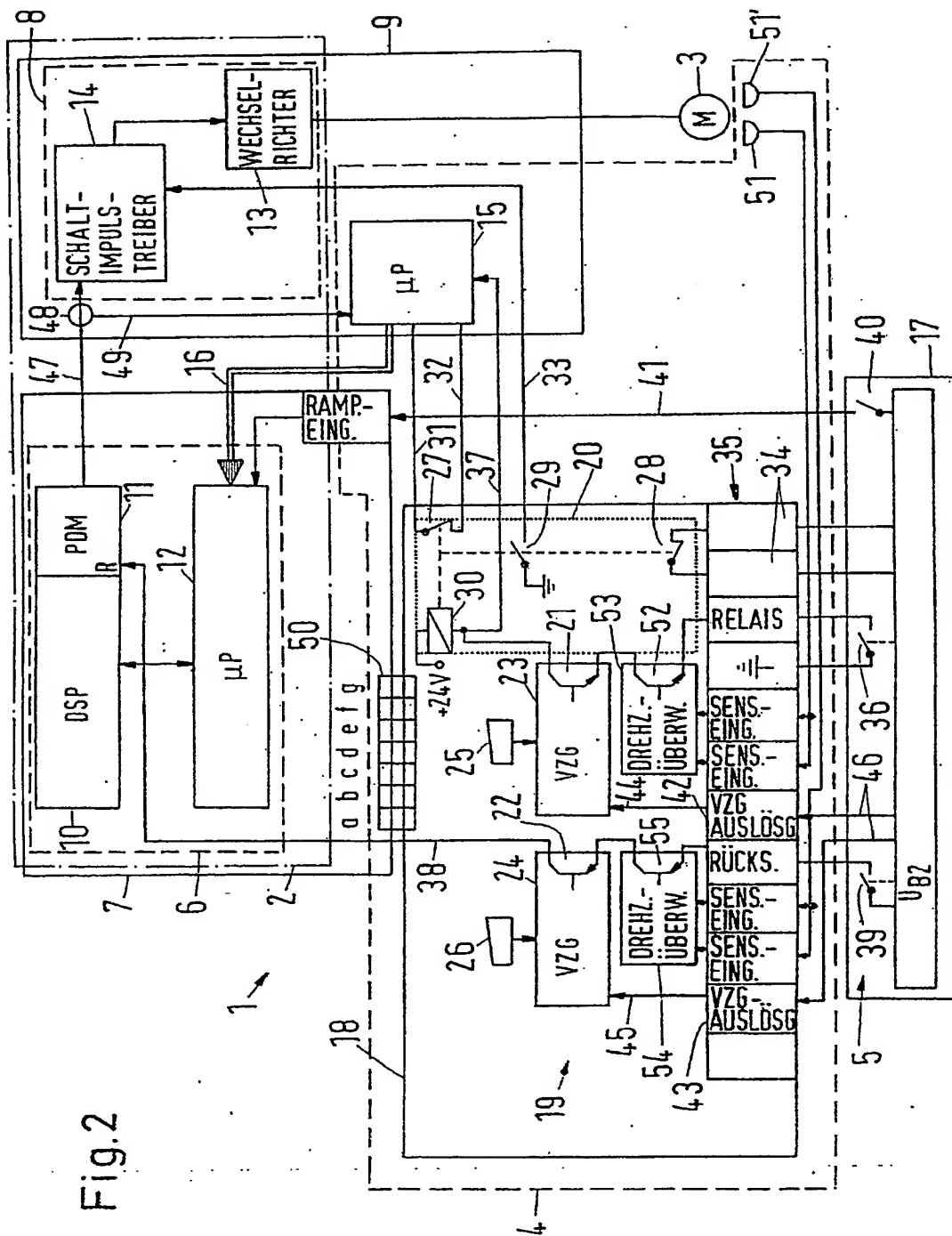
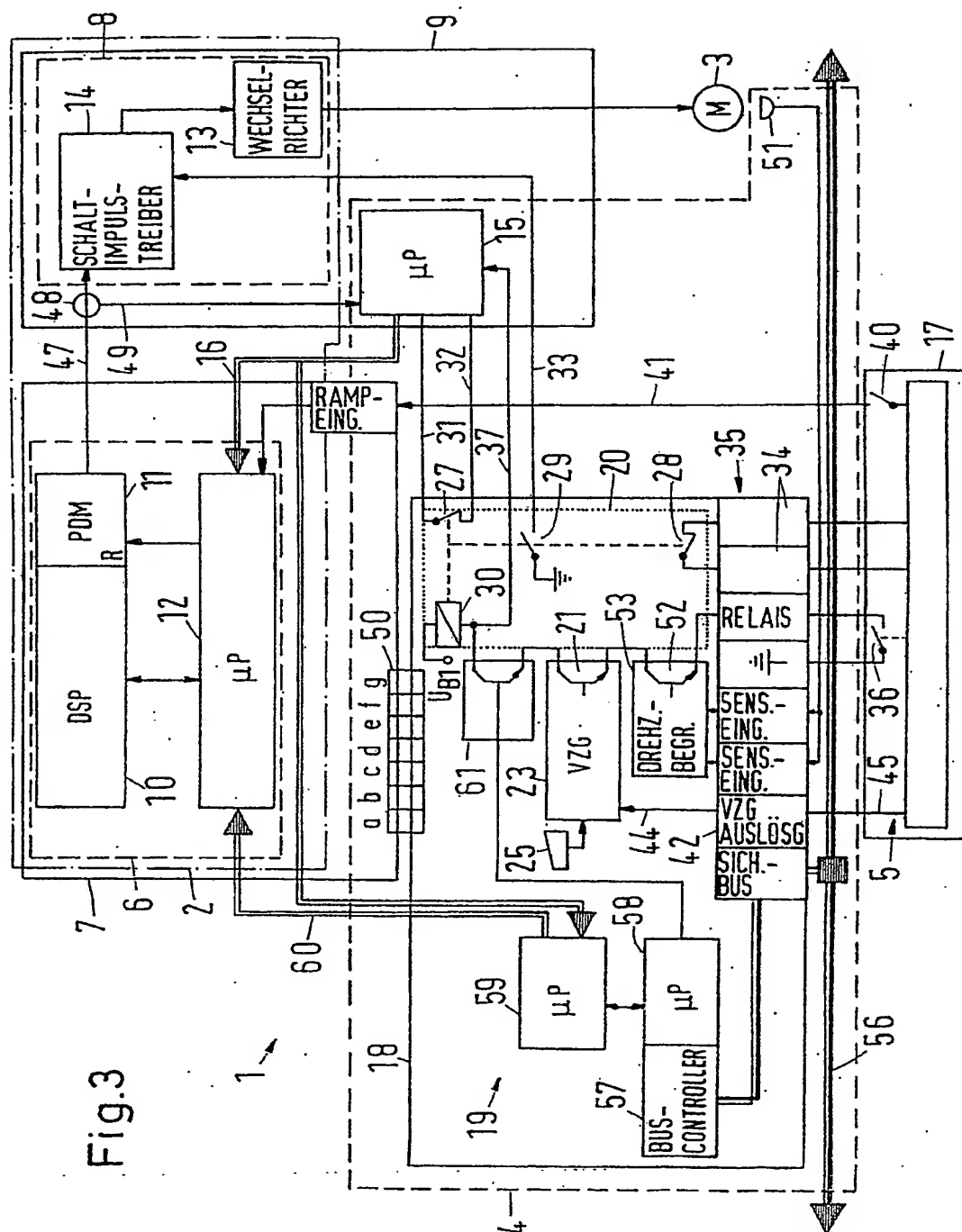
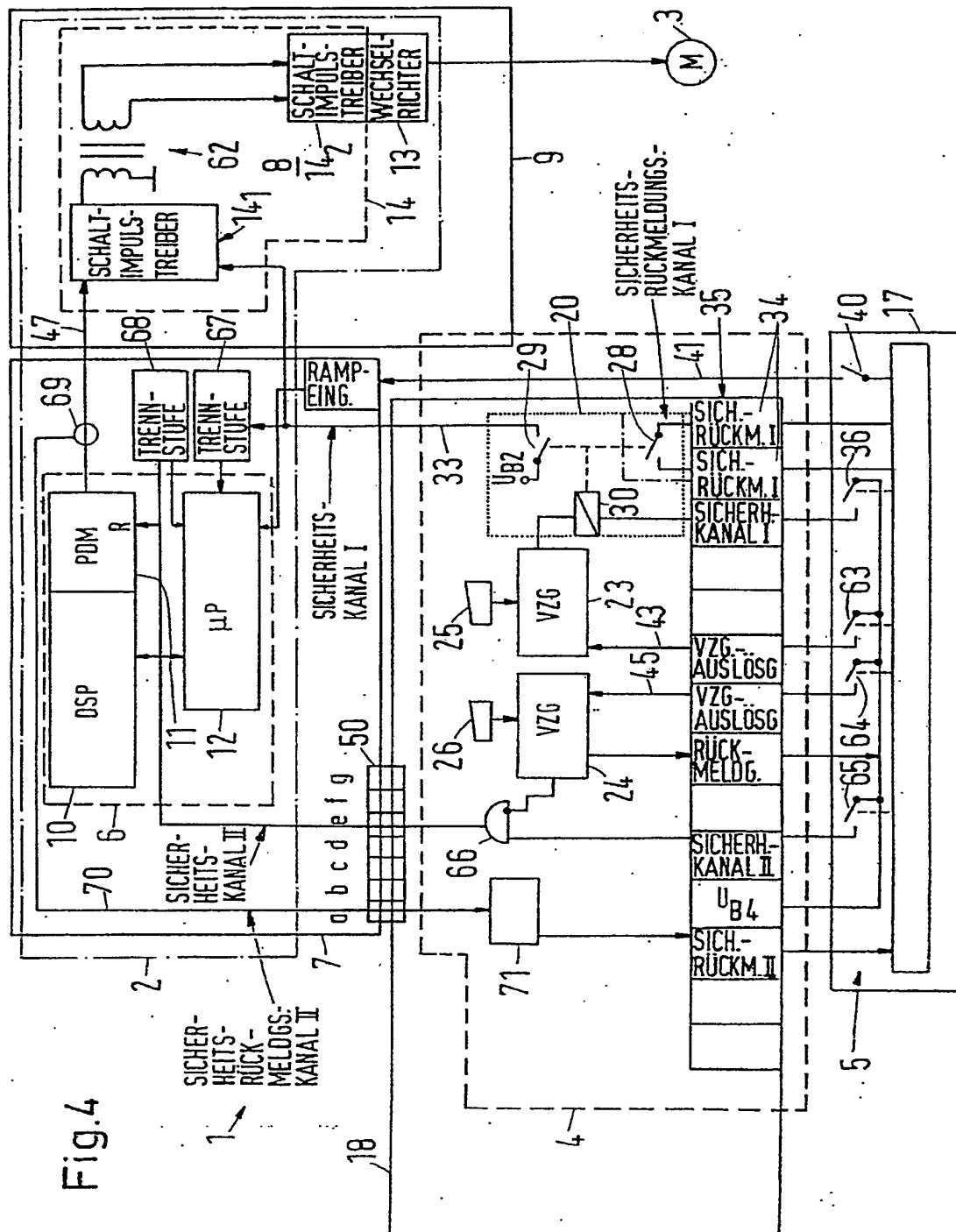
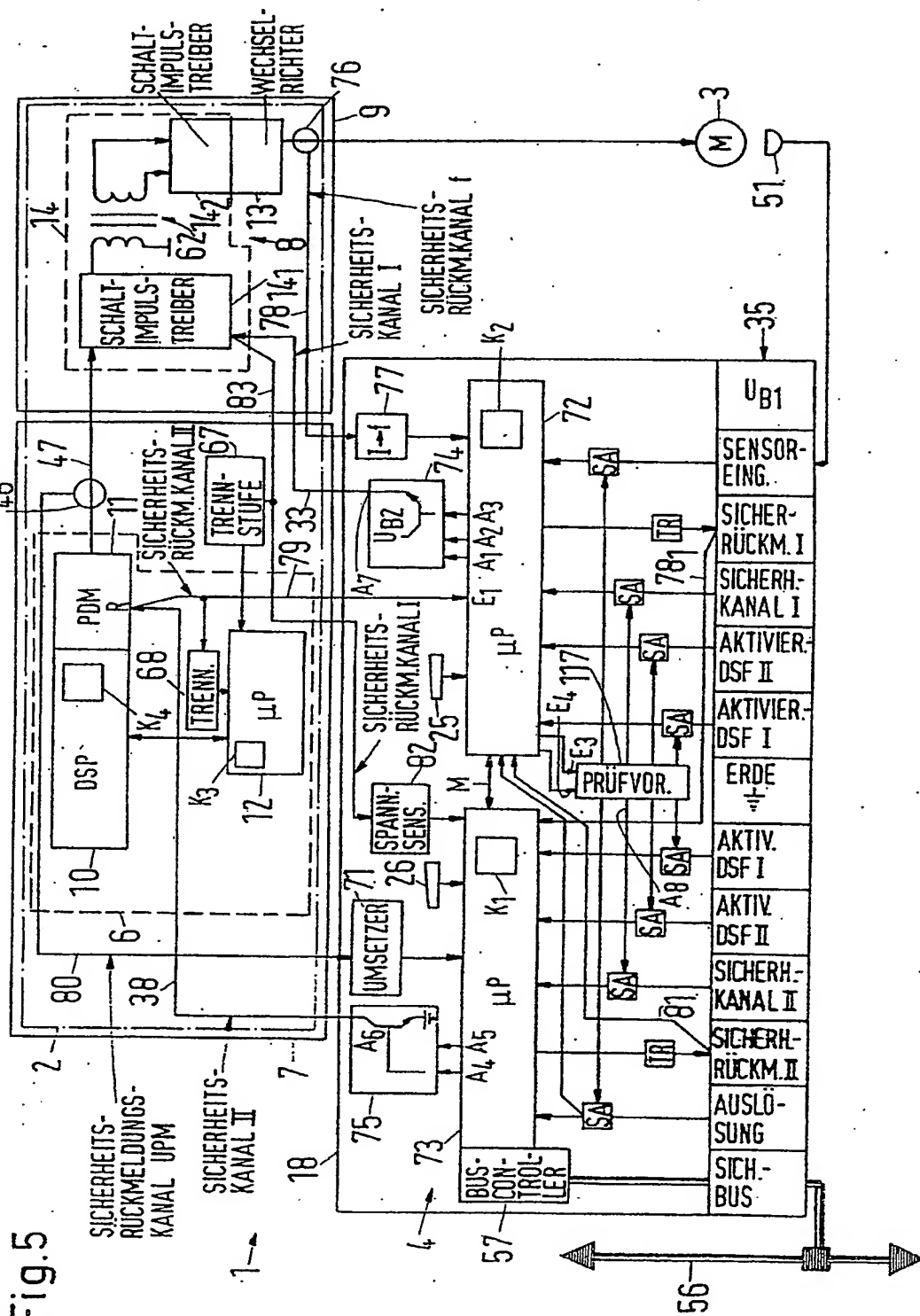


Fig.2









6/12

Fig. 6

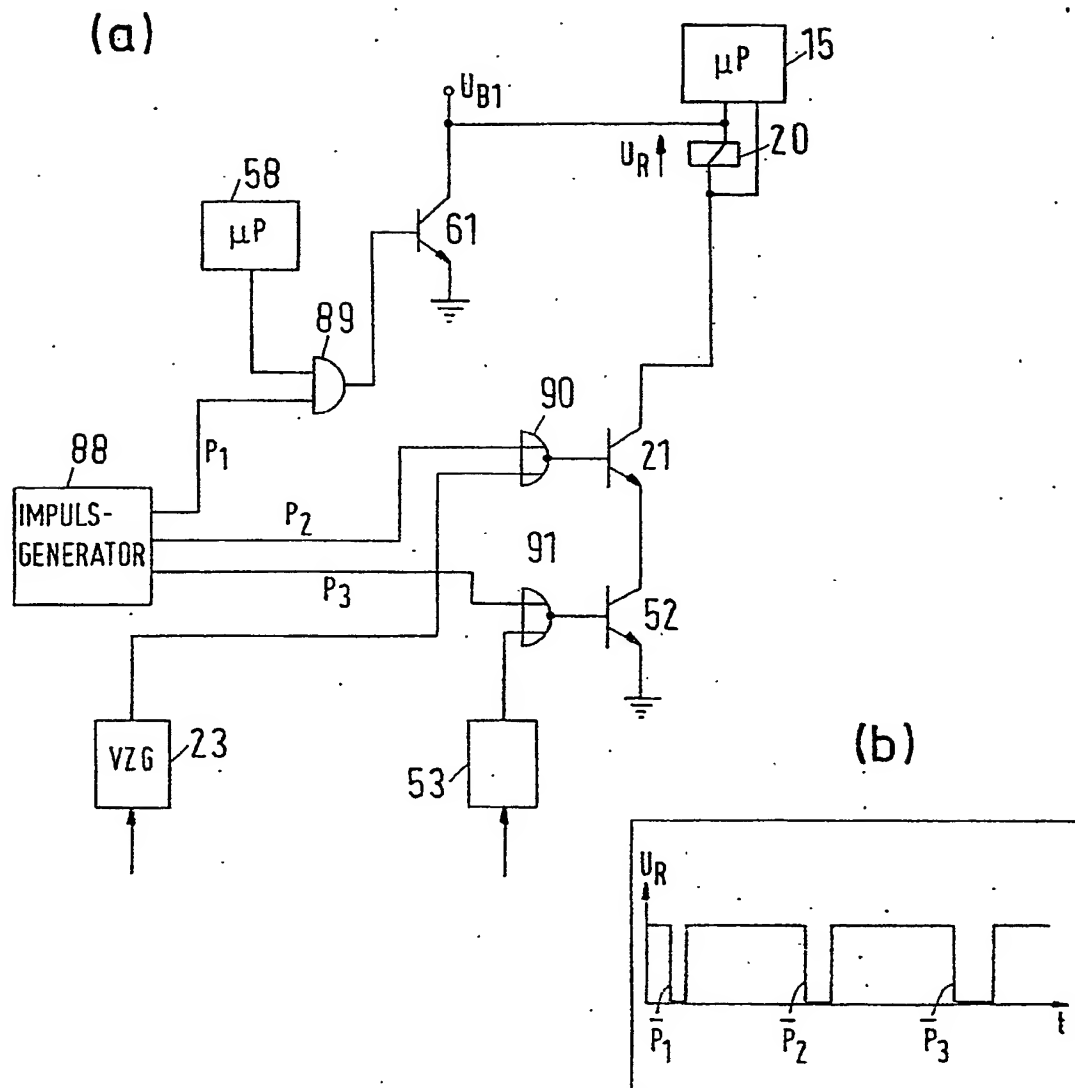
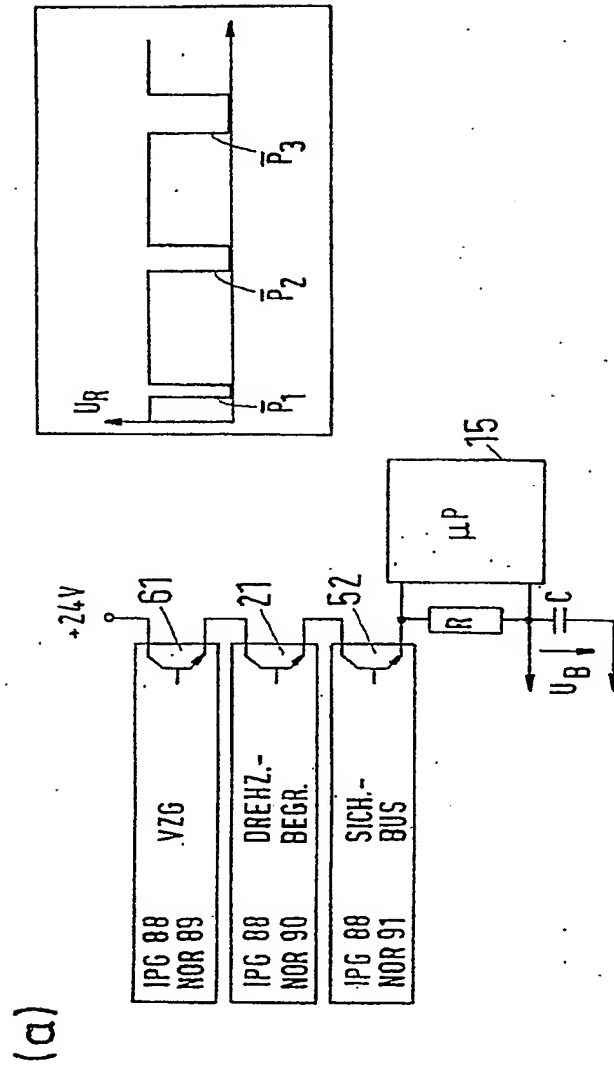
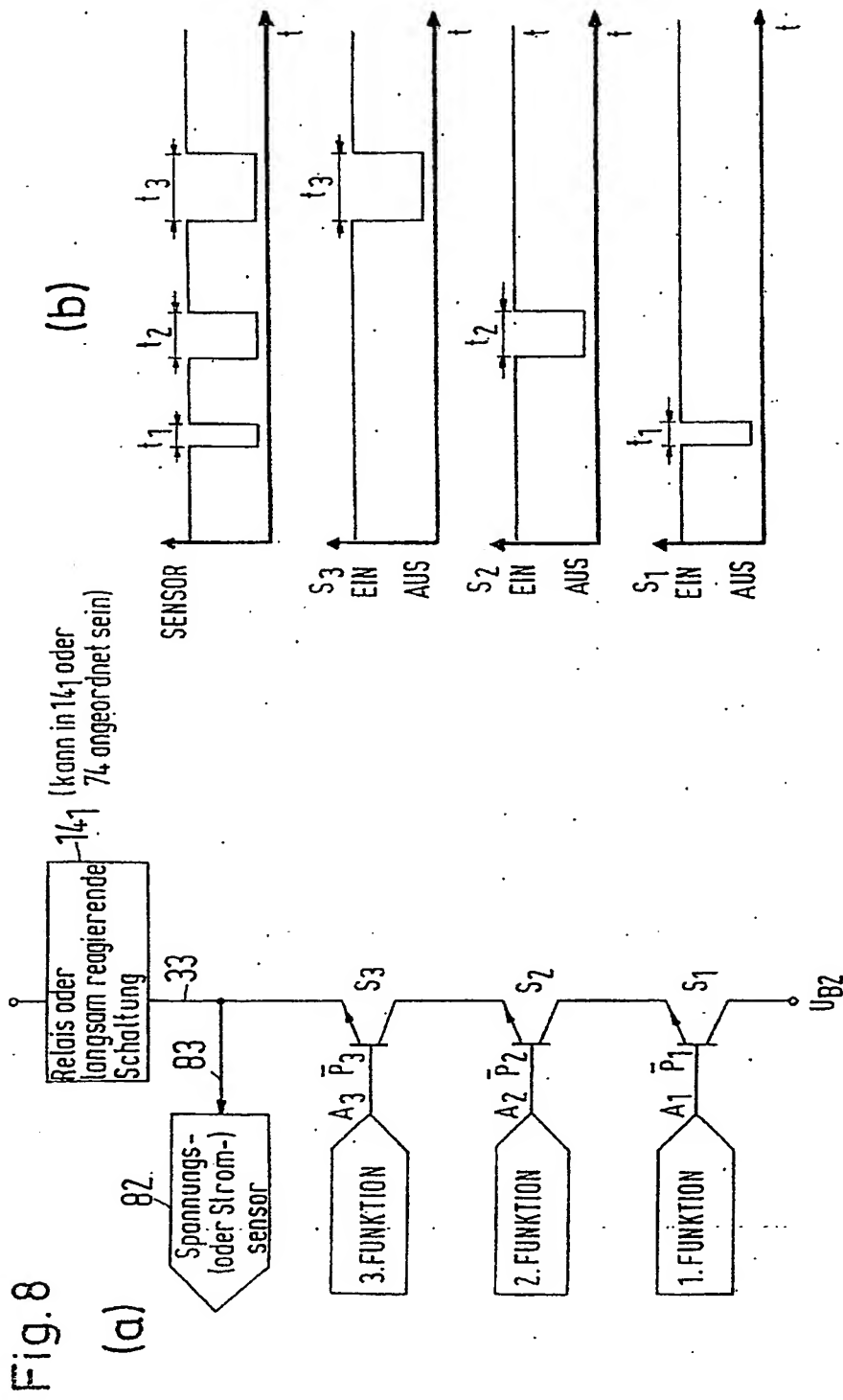


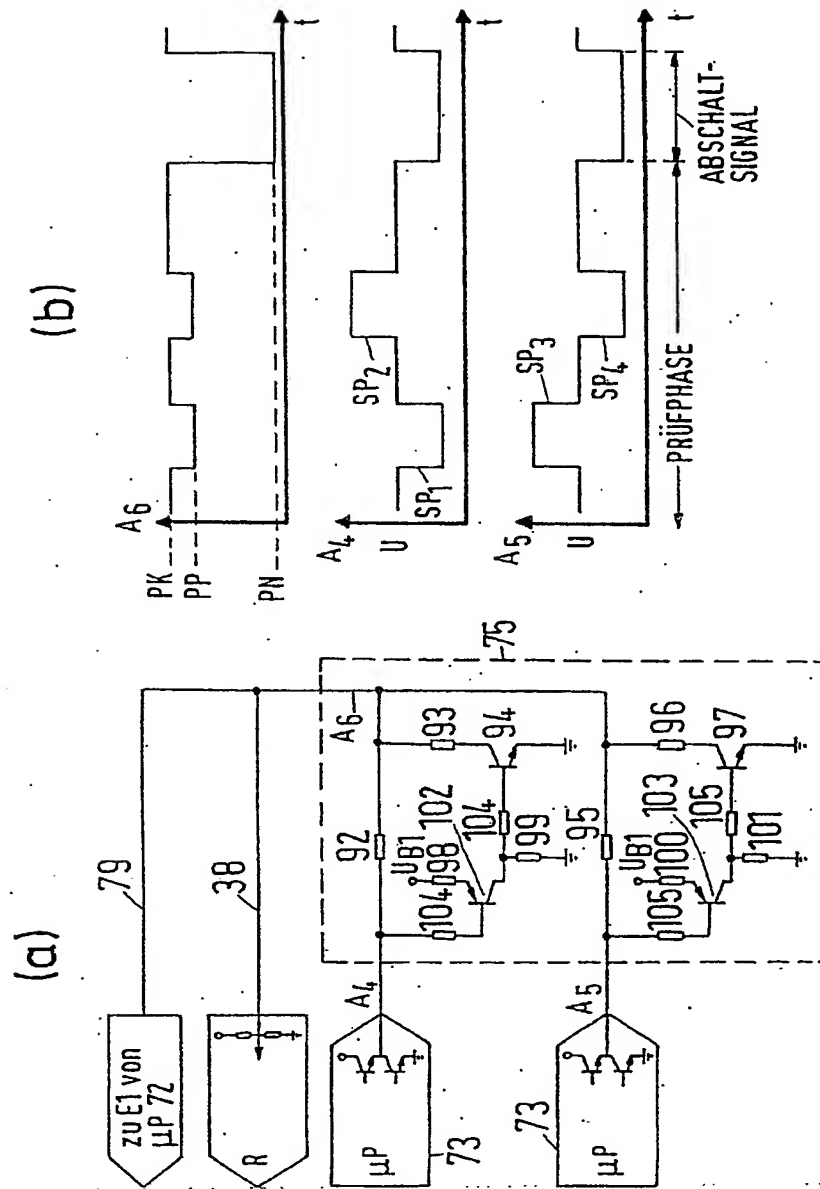


Fig.7



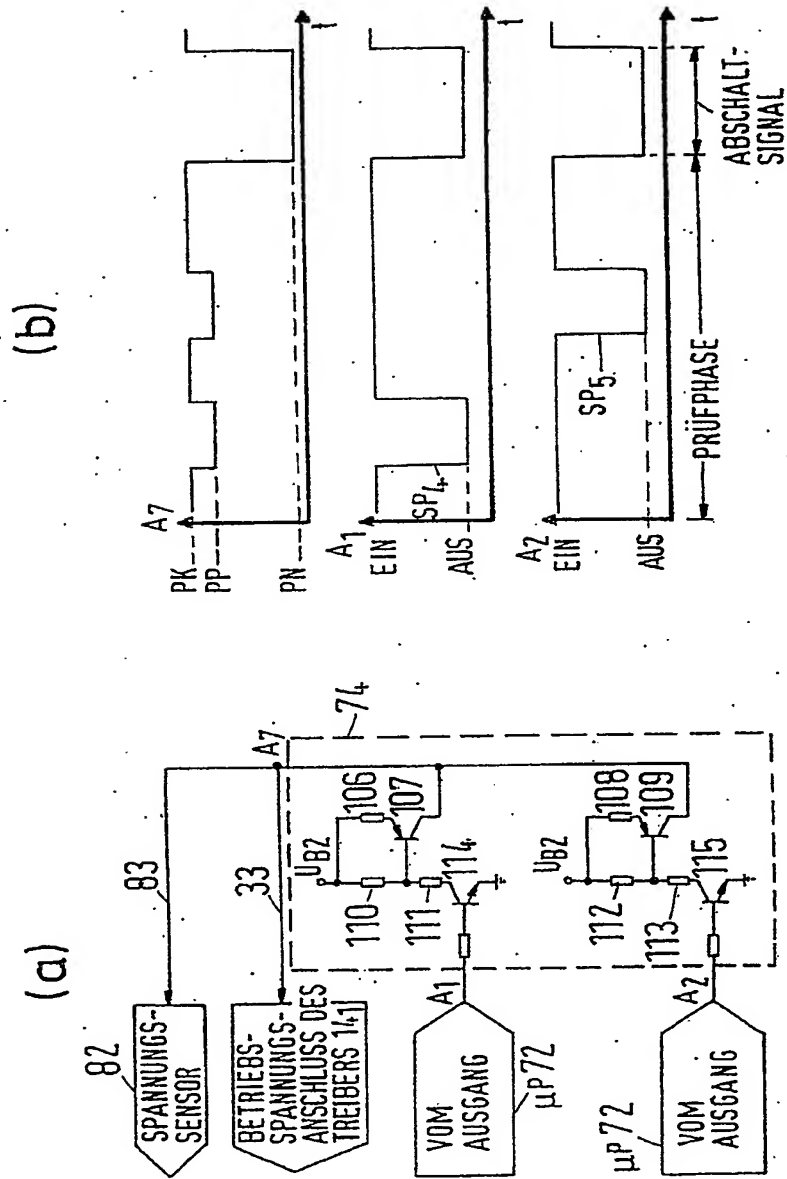


உதிர்த்



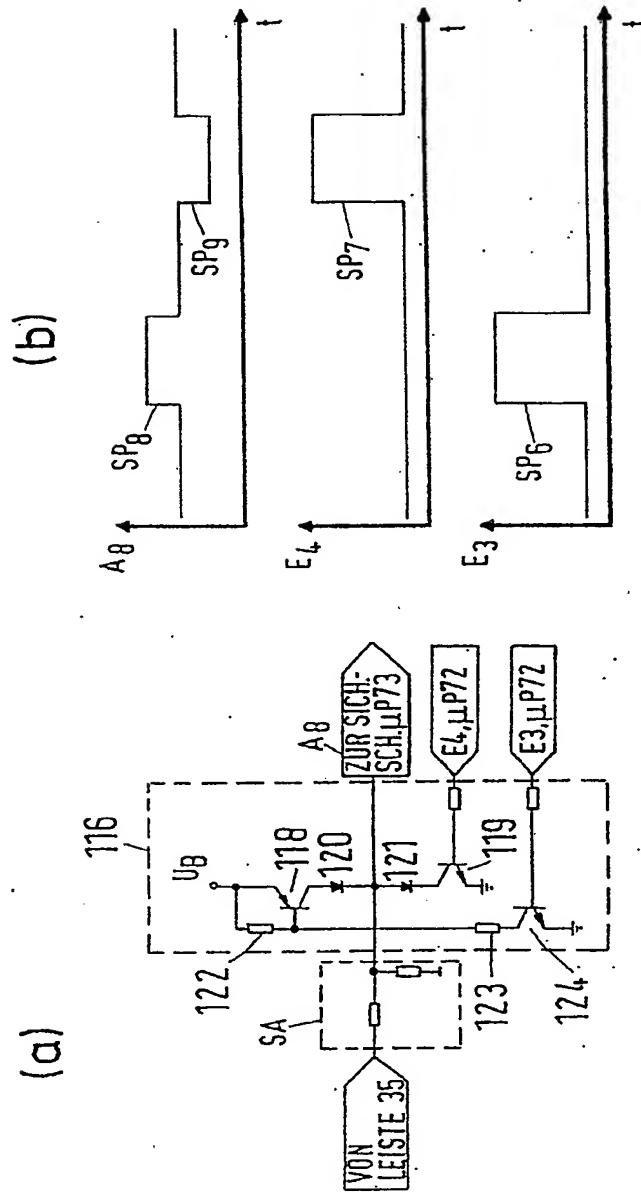
10/12

Fig.10



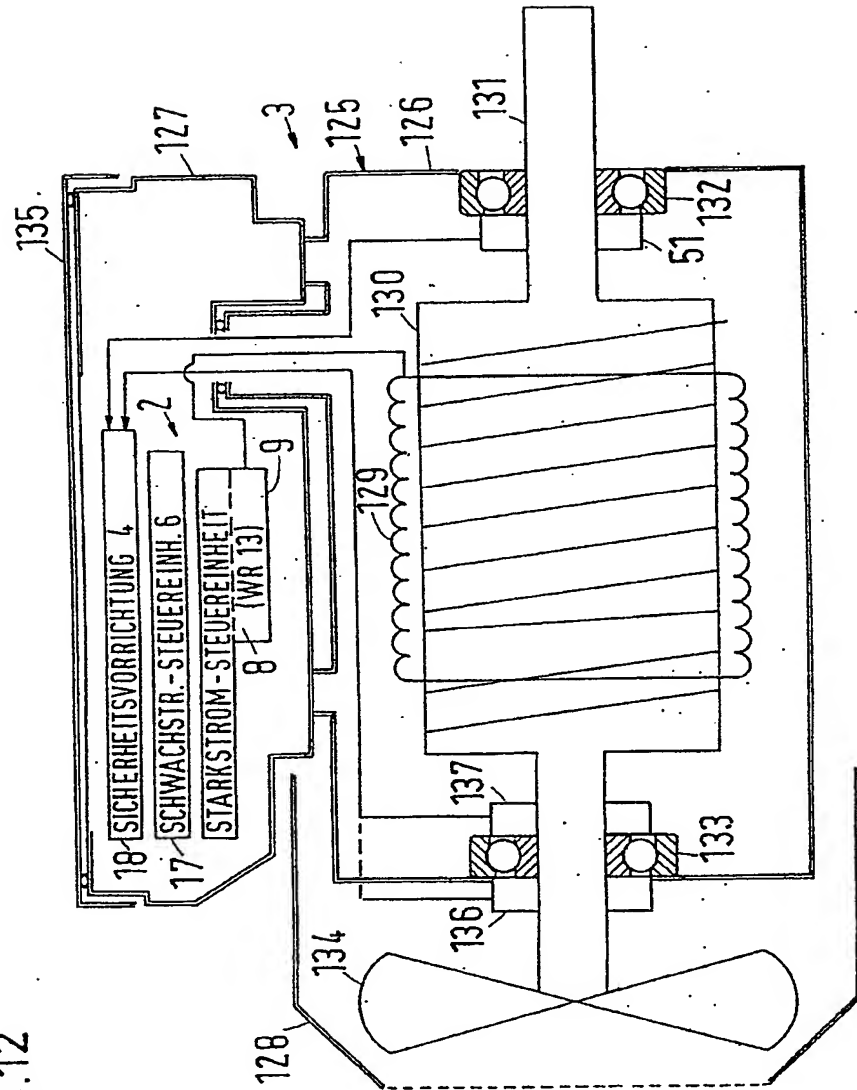
11/12

Fig. 11



12/12

Fig.12



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No  
PCT/DK 03/00873

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02H7/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02H G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 037 354 A (ZIEHL ABEGG GMBH & CO KG) 20 September 2000 (2000-09-20) the whole document	1
A	DE 102 06 107 A (SEW EURODRIVE GMBH & CO) 5 September 2002 (2002-09-05) the whole document	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 March 2004

Date of mailing of the international search report

24 MAR 2004

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

MAGNUS WESTÖÖ/MN

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern: Application No

PCT/DK 03/00873

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1037354	A	20-09-2000	DE 19912062 A1	28-09-2000
			AT 257288 T	15-01-2004
			DE 20023348 U1	18-12-2003
			DE 50004898 D1	05-02-2004
			EP 1037354 A2	20-09-2000
<hr/>				
DE 10206107	A	05-09-2002	DE 10206107 A1	05-09-2002
<hr/>				



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DK 03/00873

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H02H7/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02H G05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 037 354 A (ZIEHL ABEGG GMBH & CO KG) 20. September 2000 (2000-09-20) das ganze Dokument	1
A	DE 102 06 107 A (SEW EURODRIVE GMBH & CO) 5. September 2002 (2002-09-05) das ganze Dokument	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. März 2004

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24 MAR 2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

MAGNUS WESTÖÖ/MN

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DK 03/00873

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1037354	A	20-09-2000	DE 19912062 A1 28-09-2000
			AT 257288 T 15-01-2004
			DE 20023348 U1 18-12-2003
			DE 50004898 D1 05-02-2004
			EP 1037354 A2 20-09-2000
DE 10206107	A	05-09-2002	DE 10206107 A1 05-09-2002